



รายงานการวิจัย

การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์
และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต
Research and Innovation to Develop Teachers using Socio-
scientific Issues Good Agriculture Practices for Enhancing
Learners to Life-long Learning

นันทวัน พัวพันและคณะ
สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2565

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์
และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

Research and Innovation to Develop Teachers using Socio-
scientific Issues Good Agriculture Practices for Enhancing
Learners to Life-long Learning

นันทวัน พัวพัน

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คณะครุศาสตร์

กตัญญา บุญสวน

สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

คณะครุศาสตร์

นิตยา นาคอินทร์

กลุ่มวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา

คณะครุศาสตร์

ทุนอุดหนุนโดย งานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ 2565

ชื่องานวิจัย	การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และ
	สังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต
	Research and Innovation to Develop Teachers using Socio-
	scientific Issues Good Agriculture Practices for Enhancing
	Learners to Life-long Learning
ผู้วิจัย	นันทวัน พัวพัน, กติญา บุญสวน และนิตยา นาคอินทร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทั่วไป และกลุ่มวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2565

บทคัดย่อ

ชุดแผนโครงการวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อ 1) ศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาแผนกวิธีสอนและเทคโนโลยี 2) เพื่อพัฒนาระบบการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และ 3) เพื่อพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต อย่างยั่งยืน กลุ่มที่ศึกษา มีทั้งนักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 2 และชั้นปีที่ 4 จำนวนทั้งสิ้น 72 คน และครูวิทยาศาสตร์จำนวน 5 คน ผู้วิจัยใช้การเลือกอย่างเจาะจง และมีวิธีการหาคุณภาพของเครื่องมือโดยผ่านผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน วิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณโดยใช้สถิติเชิงบรรยายและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา ผลการวิจัยพบว่า ระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาแผนกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยได้ สังเคราะห์ได้ทั้งหมด 4 ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้และผู้วิจัยได้ทำการประเมินสมรรถนะความรู้เนื้อหาแผนกวิธีสอนและเทคโนโลยี พบว่า นักศึกษาส่วนมากจำนวน 26 คน คิดเป็นร้อยละ 70.30 มีสมรรถนะอยู่ในระดับมาก กระบวนการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ครูวิทยาศาสตร์มีความสามารถในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และนำความสามารถนี้ไปใช้พัฒนารูปแบบการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงได้ ส่วนนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยมีค่า IOC อยู่ที่ 0.93 ซึ่งจากการประเมินประสิทธิภาพค่า IOC อยู่ ในช่วง 0.5 – 1.00 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้ และได้นำนวัตกรรมไปถ่ายทอดนวัตกรรม ผลการถ่ายทอดพบว่า ผู้ที่เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจต่อการเข้าร่วมโครงการฯ อยู่ในระดับมากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.66 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.56

คำสำคัญ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เกษตรปลอดภัย การเรียนรู้ตลอดชีวิต

ชื่องานวิจัย	การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และ
	สังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต
	Research and Innovation to Develop Teachers using Socio-
	scientific Issues Good Agriculture Practices for Enhancing
	Learners to Life-long Learning
ผู้วิจัย	นันทวัน พัวพัน, กติญา บุญสวน และนิตยา นาคอินทร์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์ทั่วไป และกลุ่มวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา
	มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสร็จวิจัย 2565

Abstract

This research objectives were to 1) study and develop a teacher production system in learning management that emphasizes competency, knowledge, content, and integration of teaching methods and technology; 2) to develop the board game creation process incorporating virtual reality technology, and 3) to develop innovations based on STEM education using scientific issues and a safe agricultural society for students to achieve sustainable lifelong learning. The study group in this research project plan consisted of 72 second-year and fourth-year general science students and 5 science teachers. The researcher uses purposive sampling. There were methods for determining the quality of the tools through 3 experts. Quantitative data were analyzed by descriptive statistics and qualitative data were analyzed by content analysis. The results showed that the model of teacher preparation system to enhance technological pedagogical content knowledge: socio-scientific issues and good agriculture was 4 step. It was found that most of the students, 26 people, representing 70.30 percent, had competency at a high level. Research found that science teachers had the ability to create board games incorporating the use of AR. The results showed that The innovation evaluation form with an IOC value of 0.93, which from the efficiency evaluation, the IOC value is in the range of 0.5 –1. 00 The broadcast results showed that People who participated in the project were satisfied with their participation in the project. at the highest level with a mean of 4.66, a standard deviation of 0.56

Keywords: Socio-scientific Issues, Good Agriculture Practices, Life-long Learning

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายฝ่ายที่สละเวลาให้คำแนะนำ คำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจเครื่องมือการวิจัย และขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

นันทวัน พัวพันและคณะ

30 พฤศจิกายน 2565

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	4
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	4
1.5 กรอบแนวคิดชุดแผนโครงการวิจัย	4
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 ระบบการผลิตและพัฒนานักศึกษาคูในอดีจนถึงปัจจุบัน	6
2.2 ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี.....	19
2.3 เกษตรปลอดภัย.....	33
2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับ วิทยาศาสตร์	34
2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา	53
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	58
3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	59
3.2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	59
3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	73
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	78

4.1	ผลการวิจัยของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1.....	78
4.2	ผลการวิจัยของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2.....	86
4.3	ผลการวิจัยของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 3.....	90
บทที่ 5	สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	98
5.1	สรุปผล อภิปรายผลการวิจัย	98
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	102
บรรณานุกรม.....		104
ภาคผนวก.....		107
ประวัติคณะผู้วิจัย.....		109

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ความรู้ 7 ประเภทในกรอบความคิด ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี.....	24
3-1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น TPACK ในสัปดาห์ที่ 1-15.....	59
4-1 แสดงข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย.....	87
4-2 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างเกมกระดานของครูวิทยาศาสตร์	87
4-3 แสดงการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน.....	90
4-4 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับนวัตกรรมตามแนวทาง สะเต็มศึกษา	91
4-5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินความพอใจ.....	93
4-6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินความพอใจ.....	95

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 กรอบแนวคิดชุดแผนโครงการวิจัย.....	4
2.1 กรอบแนวความคิดเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี	23
2.2 องค์ประกอบของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ	30
2.3 แสดงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี	51
2.4 แสดงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี	52
3.1 นวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตร และอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต	76
4.1 ระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตร ปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน.....	79
4.2 ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและ เทคโนโลยีในรายวิชาวิทยาศาสตร์.....	84
4.3 การทดสอบการเล่นเกะดานของครูวิทยาศาสตร์.....	88
4.4 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)	89

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบในการผลิตและพัฒนาครู และการออกแบบการเรียนรู้การสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ที่ดี ย่อมส่งผลต่อการเตรียมพลเมืองที่ดีและมีประสิทธิภาพของสังคมปัจจุบันและอนาคต สามารถคิดเป็นเหตุเป็นผลบนพื้นฐานของข้อมูลข่าวสารที่น่าเชื่อถือ วิพากษ์วิจารณ์และขานรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ไขปัญหาและตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและพิสูจน์ได้ ทั้งนี้เพื่อเป็นไปในการสร้างการเรียนรู้ตลอดชีวิตให้กับผู้เรียนได้ ปัจจุบันนักเรียนส่วนใหญ่อยู่ใน Generation Z (เกิดระหว่าง พ.ศ. 2538-2553) ซึ่งลักษณะเฉพาะตัว ในการเรียนรู้ใน Generation Z คือ การมีส่วนร่วมกับการเรียนผ่านสื่อแบบมีปฏิสัมพันธ์มีลักษณะการศึกษา ข้อมูลจากช่องทางเว็บไซต์โดยให้ความสนใจในการฝึกทักษะการคิดแบบวิพากษ์ (Critical Thinking) และการ แก้ปัญหามากกว่าการท่องจำพฤติกรรมเฉพาะตัวนี้ส่งผลถึงแนวทางการศึกษาในศตวรรษที่ 21 (วันเพ็ญ ผลิสร และณมน จีรังสุวรรณ, 2560)

ด้วยสภาพปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเขตพื้นที่ภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนใหญ่แล้วเป็นพื้นที่แห่งการทำเกษตรกรรม การที่ครูสามารถนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย มาใช้จุดประกายความคิดให้ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการส่งเสริมให้ครูนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ เช่น เกมกระดานผนวกสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง ย่อมส่งผลให้กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มากขึ้น เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน และสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริงและช่วยให้ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของการเรียนรู้แต่ละวิชา แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในประเทศไทยยังขาดความชัดเจนและเอกลักษณ์ตามลักษณะและธรรมชาติของวิชาป ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาเชิงเกษตรปลอดภัยเป็นแกนของเรื่อง จึงนับว่าเป็นภารกิจที่ท้าทาย ในขณะเดียวกันก็เป็น

ความหวังอีกทางหนึ่ง ในการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้แนวคิดดังกล่าวติดตัวไปจนก่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556)

ทั้งนี้ งานวิจัยนี้ ได้มีคำถามการวิจัยหลัก ในการดำเนินกระบวนการวิจัย ดังนี้

1. รูปแบบการพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน ควรเป็นอย่างไร
2. หลักการพัฒนาระบบการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน ควรเป็นอย่างไร
3. หลักการสร้างนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน ควรเป็นอย่างไร

1.2 วัตถุประสงค์ของชุดแผนโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

1.2.3 เพื่อพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. กลุ่มเป้าหมาย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1 กลุ่มเป้าหมาย ระยะที่ 1 ได้แก่ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 4 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 30 คนที่กำลังศึกษาในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระยะที่ 2 นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 5 จำนวน 3 คนที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งได้มาจากการเลือกอย่างเจาะจง (Purposive Sampling)

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ระยะที่ 1 ระยะการศึกษาความสามารถในการพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ในระยะนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นรับสมัครครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเข้าร่วมวิจัยพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง จำนวน 5 ท่าน เพื่อพัฒนาเกมกระดานร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวัดระดับความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนผลระดับความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ระยะนี้เป็นระยะที่ผู้วิจัย และครูวิทยาศาสตร์ รวมถึงผู้เชี่ยวชาญด้านเกมกระดาน และเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ร่วมกันพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และทดลองใช้

ระยะที่ 3 ระยะการประเมินผลการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน เมื่อได้เรียนรู้การนำเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ในระยะที่ 3 นี้ เป็นระยะที่นำเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงไปใช้กับผู้เรียน เพื่อวัดระดับการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต เกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเกษตรปลอดภัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ประชากรในการศึกษาครั้งนี้

คือ นักศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ชั้นปีที่ 2 ที่ออกฝึกสังเกตการณ์สอนเป็นเวลา 1 เดือน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

คือ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ชั้นปีที่ 2 ที่ออกฝึกสังเกตการณ์สอนเป็นเวลา 1 เดือน จำนวน 35 คน

ระยะเวลาการวิจัย

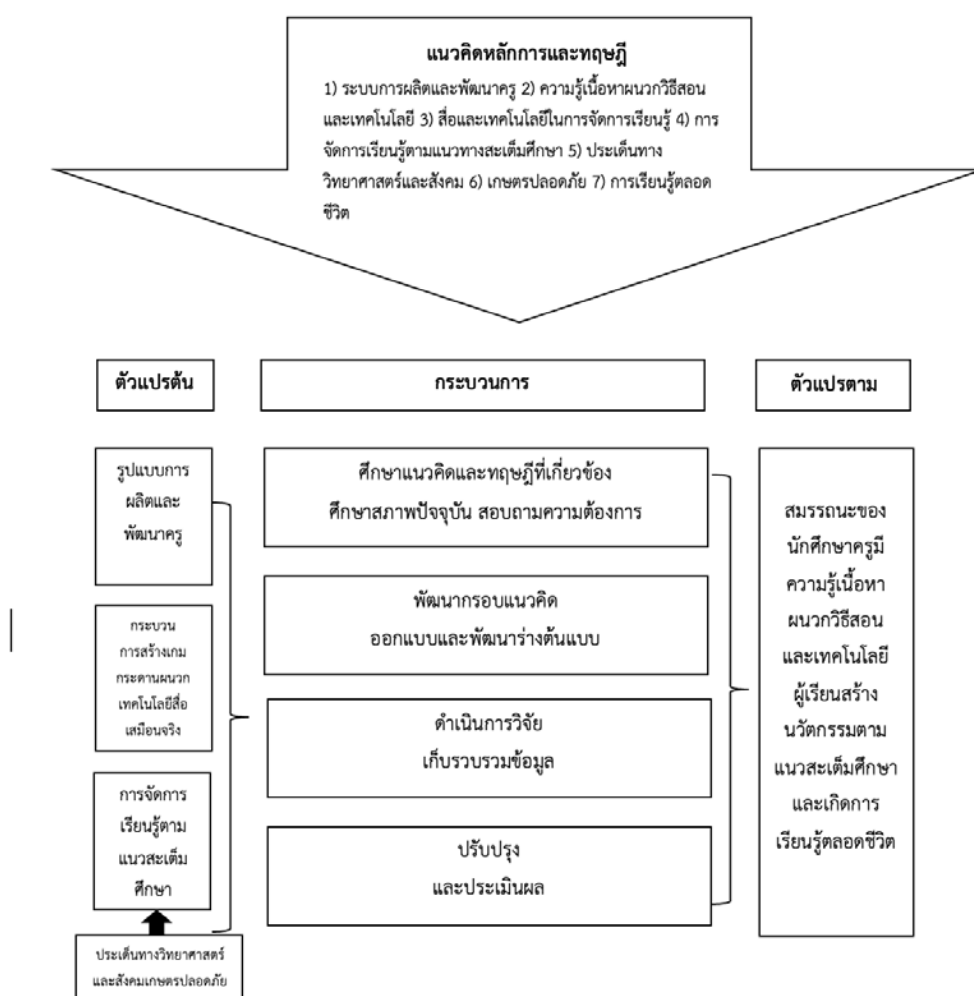
ระหว่างเดือน มกราคม 2565 ถึง สิงหาคม 2565

1.4 ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่เน้นการแสวงหา นวัตกรรมใหม่ ด้านการพัฒนาครูที่มีการพัฒนาระบบการผลิตครู กระบวนการสร้างเกมกระดานผวนก เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง การพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

1.5 กรอบแนวคิดชุดแผนโครงการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อ พัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ตลอดชีวิต และกำหนดเป็นกรอบแนวคิดการวิจัยดังแสดงตามภาพ ต่อไปนี้



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัย เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชุดแผนโครงการวิจัย เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่เน้นการแสวงหานวัตกรรมใหม่ ด้านการพัฒนาครูที่มี การพัฒนาระบบการผลิตครูเน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี กระบวนการสร้าง เกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และการพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน โดย คณะผู้วิจัยได้ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง ดังนี้ คือ

- 2.1 ระบบการผลิตและพัฒนานักศึกษาครูในอดีตจนถึงปัจจุบัน
- 2.2 ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)
- 2.3 เกษตรปลอดภัย
- 2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวเนื่องกับวิทยาศาสตร์
- 2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

2.1 ระบบการผลิตและพัฒนาครูในอดีตจนถึงปัจจุบัน

2.1.1 การผลิตครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในอดีต

สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ยุค ได้แก่ 1) ยุคก่อนการปฏิรูปการฝึกหัดครู ในระยะแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 2-5 (พ.ศ.2510-2529) มีการเพิ่มจำนวนประชากรอย่างรวดเร็ว ทำให้รัฐต้องเร่งผลิตครู ส่งผลให้มีการจัดตั้งสถาบันการผลิตครูจำนวนมาก มีการเพิ่มจำนวนหลักสูตร กระบวนการคัดเลือกนักเรียนเข้าเรียนครูเน้นปริมาณมากกว่าคุณภาพ ในที่สุดก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องคือ มีการผลิตครูจำนวนมากและคุณภาพของครูใหม่ลดลง 2) ยุคก่อนการปฏิรูปการฝึกหัดครู ในระยะแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2530-2534) ความต้องการของครูลดลง แต่ยังมีการผลิตครูซ้ำซ้อน ขาดการควบคุมมาตรฐาน ครูบางสาขาขาดแคลน บางสาขาเกินความต้องการ การบรรจุและการใช้ครูไม่ตรงคุณวุฒิ ส่งผลให้ครูจำนวนมากตกงาน ครูมีปัญหาทางเศรษฐกิจ ในที่สุดก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องคือ ครูไม่เก่งเหมือนในอดีต ความศรัทธาต่อวิชาชีพครูลดต่ำลง มาตรฐานวิชาชีพลดต่ำลง 3) ยุคการปฏิรูปการฝึกหัดครู พัฒนาครูและบุคลากรทางการศึกษาระยะของแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2535-2539) คุณภาพนักเรียนลดต่ำลง มีการปฏิรูปการฝึกหัดครู มีโครงการพิเศษเพื่อดึงคนเก่งมาเรียนครู แต่งบประมาณสนับสนุน ขาดความต่อเนื่อง มีการปฏิรูปการฝึกหัดครู มีโครงการพิเศษเพื่อดึงคนเก่งมาเรียนครู แต่งบประมาณสนับสนุน ขาดความต่อเนื่อง ไม่สามารถจูงใจให้คนเก่งเข้ามาเรียนครูได้ คนเก่งจบแล้วจะไม่เป็นครู ก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องคือ ครูมีรายได้ต่ำ ขาดจิตวิญญาณของความเป็นครู สังคมขาดความเชื่อถือครู และ 4) ยุคการปฏิรูปการศึกษา (พ.ศ.2542-ปัจจุบัน) ซึ่งมีการประกาศใช้พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 ความสามารถในการแข่งขันด้านการศึกษาของประเทศลดลง คุณภาพนักเรียนมาตรฐานแตกต่างกัน คนเก่งเข้าเรียนครูไม่มากเพียงพอ ความศรัทธาต่อวิชาชีพครูไม่เทียบเท่ากับวิชาชีพอื่นๆ ผู้เรียนครูไม่เลือกเรียนในสาขาที่เรียนยาก จึงขาดแคลนครูสาขาที่มีความสำคัญ ก่อให้เกิดปัญหาต่อเนื่องคือ คุณภาพครูใหม่แตกต่างกัน คุณภาพการผลิตครูแตกต่างกัน และสังคมมีความเชื่อมั่นในสถาบันการผลิตครูลดน้อยลง (ชนิตา รักษ์พลเมืองและคณะ, 2560: หน้า18)

2.1.2 การผลิตครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในปัจจุบัน

ผู้วิจัยได้ทำการทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง Faikhamta et al. (2018) พบประเด็นที่เกี่ยวข้องในการผลิตครูวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยในปัจจุบัน ระบุไว้ดังนี้

หลักสูตรการผลิตครูวิทยาศาสตร์ในปัจจุบัน

ในช่วงการเคลื่อนไหวทางการปฏิรูปทางการศึกษานั้น หลักสูตรการเตรียมความพร้อมของครูวิทยาศาสตร์ก็ได้ถูกพัฒนาไปด้วย ล่าสุดนี้ได้มีการนำเสนอหลักสูตรการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์ที่สำคัญสองหลักสูตร คือ หลักสูตรห้าปี (ปริญญาตรี) และ หลักสูตรสองปี (มหาบัณฑิต) ซึ่งในทั้งสองหลักสูตรนี้มีจุดมุ่งหมายและโครงสร้างหลักสูตรที่ต่างกัน และยังมีความแตกต่างในการรับใบประกอบวิชาชีพ แต่ในงานวิจัยนี้จะขอชี้แจงรายละเอียดเฉพาะหลักสูตรห้าปี (ปริญญาตรี) ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับผู้ร่วมวิจัยโดยตรง ซึ่งรายละเอียดของหลักสูตรได้อธิบายไว้ ดังนี้

หลักสูตรปริญญาตรีห้าปี

หลักสูตรนี้เริ่มต้นมาจากระบบผลิตครูแบบหลักสูตรสี่ปี ที่กำหนดให้นักศึกษาครูต้องเรียนใน คณะครุศาสตร์หรือศึกษาศาสตร์ นักศึกษาครูนั้นจะได้เรียนตามหลักสูตรทางการศึกษาเป็นเวลา 4 ปี และฝึกประสบการณ์ที่โรงเรียนอีก 1 ปี มหาวิทยาลัยที่มีคณะศึกษาศาสตร์และกลุ่มมหาวิทยาลัย ราชภัฏทั้งหมดได้จัดทำหลักสูตรนี้ขึ้นในการเตรียมความพร้อมของครูวิทยาศาสตร์ ซึ่งหลักสูตร ปริญญาตรีเพื่อการพัฒนาครูนี้ให้ความสำคัญทั้งเรื่องเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และทางวิชาชีพ และใน บางหลักสูตรก็ได้ให้ความสำคัญอย่างมากในเรื่องความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนอีกด้วย

จุดประสงค์โดยทั่วไปของหลักสูตรนี้คือเพื่อเตรียมความพร้อมของครูประถมและครูมัธยมใน ประเทศไทย ซึ่งในประเทศไทยนั้นวิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาบังคับสำหรับนักเรียนตั้งแต่ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 1 ถึงนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่จะต้องสอนโดยครูวิทยาศาสตร์โดยเฉพาะ นักศึกษาครูที่สอนวิทยาศาสตร์ทั่วไปควรเป็นเอกวิทยาศาสตร์ทั่วไป ในขณะที่นักศึกษาครูที่สอน นักเรียนระดับมัธยมควรเป็นเอก เคมี ชีววิทยา หรือเอกฟิสิกส์โดยเฉพาะ

นักศึกษาครูทุกคนต้องปฏิบัติตามประมวลจรรยาบรรณอย่างชัดเจนเพื่อแสดงให้เห็นถึง มารยาทที่ดีและความเป็นครูมืออาชีพ ในขณะเดียวกัน ทางสถานศึกษาได้กำหนดหน่วยกิตขั้นต่ำที่ นักศึกษาระดับปริญญาตรีต้องทำให้ได้ทั้งหมด 50 หน่วยกิตสำหรับวิชาชีพครู และอีก 30 หน่วยกิต สำหรับวิชาศึกษาทั่วไป และอีก 80 หน่วยกิตสำหรับวิชาเฉพาะ (คุรุสภาแห่งประเทศไทย, 2013) หลักสูตรเตรียมครูนั้นจำเป็นต้องได้รับการรับรองและรับรองจากคณะกรรมการคุรุสภา ซึ่งบังคับว่าใน โครงสร้างหลักสูตรต้องปฏิบัติตามขั้นตอนทุกขั้นตอนของคุรุสภา (Teacher Council of Thailand : TCT) เพื่อให้เป็นไปตามเกณฑ์ในการขอรับใบประกอบวิชาชีพ

นอกเหนือจากคุรุสภาแล้วทางสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษายังได้กำหนดขอบเขต ของหลักสูตรการพัฒนาครูวิทยาศาสตร์เอาไว้ด้วย ครูทุกคนในหลักสูตรต้องสร้างให้นักศึกษามี ลักษณะตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ทั้ง 6 ด้าน คือ ด้านจรรยาบรรณ ด้านความรู้ ด้านทักษะทาง ปัญญา ด้านทักษะการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล ด้านทักษะทางตัวเลข ด้านทักษะทางการสื่อสาร และเทคโนโลยี และด้านทักษะทางการสอน นอกจากนี้ทางสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา ยัง ได้กำหนดโครงสร้างของการจัดหลักสูตรครุศาสตร์ไว้อีกด้วย โดยมี 4 ขอบเขตหลักด้วยกันดังนี้ คือ วิชาศึกษาทั่วไป วิชาชีพครู วิชาวิทยาศาสตร์ และวิชาเลือกต่าง ๆ

นักศึกษาครูต้องเรียนอย่างน้อย 160 หน่วยกิต ในสามประเภทวิชา คือ วิชาศึกษาทั่วไป วิชาชีพครูและวิชาเลือกเรียน ดังนี้

1. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป

1.1 กลุ่มวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์	9	หน่วยกิต
1.2 กลุ่มวิชาสังคมศาสตร์	4	หน่วยกิต
1.3 กลุ่มวิชามนุษยศาสตร์	3	หน่วยกิต
1.4 กลุ่มวิชาภาษา	12	หน่วยกิต
1.5 กลุ่มวิชาพลศึกษา	2	หน่วยกิต

2. หมวดวิชาชีพครู

2.1 กลุ่มวิชาชีพครูทั่วไป	47	หน่วยกิต
2.2 กลุ่มเนื้อหาสาระทางวิทยาศาสตร์และและวิชาครู	70	หน่วยกิต
2.3 กลุ่มวิชาชีพครูบังคับ	16	หน่วยกิต

3. วิชาเลือก

6	หน่วยกิต
---	----------

โดยหมวดวิชาศึกษาทั่วไปบังคับให้เป็นกลุ่มวิชาทางศิลปศาสตร์ไม่ใช่นักศึกษาครูแต่สำหรับนักศึกษาทุกคน หมวดวิชาชีพครูนั้นครอบคลุมทั้งเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และและวิชาครู ส่วนวิชาเลือกนั้นเป็นกลุ่มวิชาทั่วไปในคณะต่าง ๆ ที่นักศึกษาครูสามารถเลือกเรียนได้อย่างเสรีตามความสนใจของตน

โครงสร้างของหลักสูตรการสอนครูวิทยาศาสตร์ตามกฎระเบียบของคุรุสภาแล้ว ในสถาบันต่าง ๆ มีความคล้ายคลึงกันในเรื่องการสอนวิชาชีพ กลุ่มวิชาชีพครูโดยทั่วไปมักมีการสอนเนื้อหาตั้งนี้ พื้นฐานการศึกษา หลักสูตร จิตวิทยาการศึกษา การวัดและประเมินผลทางการศึกษา ระบบการศึกษา และการประกันคุณภาพการศึกษา การจัดการชั้นเรียน วิจัยทางการศึกษา เทคโนโลยีการศึกษา และการฝึกประสบการณ์วิชาชีพ

แต่ถึงอย่างไรก็ตามในแต่ละสถาบันก็จะมีแตกต่างกันในเรื่องลักษณะของเนื้อหาเฉพาะที่ใช้สอนในวิชาชีพครู โดยส่วนมากมักจะรวมกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ลงไปในวิชาชีพครูด้วย แต่มีเพียงบางส่วนเท่านั้นที่จะใช้ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีการสอนเป็นฐานในการสอนวิชาต่าง ๆ เช่น ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ โครงงานวิทยาศาสตร์ การพัฒนาหลักสูตรการสอนวิทยาศาสตร์และการวัดผลทางวิทยาศาสตร์ ในบางสถาบันให้ความสำคัญในเรื่องเนื้อหาผนวกวิธีการสอนมากกว่าที่จะสอนเพียงแค่นี้อาหาทางวิชาชีพครูอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งมีบทวิจารณ์เกี่ยวกับการสอนความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครูห้าปี เปิดเผยว่านักศึกษาครูนั้นมีความรู้ด้านเนื้อหาวิทยาศาสตร์ไม่เพียงพอ (Buaraphan et al, 2005) เพื่อรับมือกับปัญหาดังกล่าว ทางหลักสูตรการสอนครูวิทยาศาสตร์จึงได้มีการพยายามที่จะสร้างสมดุลระหว่างเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ และวิชาชีพครู ซึ่งเป็นผลให้ทุกวันนี้มีอัตราส่วนระหว่างความรู้ทางเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และวิชาชีพครูคือ 50:50 ในการให้ความสำคัญของความรู้ด้านเนื้อหาได้มุ่งให้นักศึกษามีพื้นฐานความรู้ทางเนื้อหาที่มากขึ้นกว่าเดิม ให้เกือบจะเหมือนกับนักศึกษาวิทยาศาสตร์ นักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ต้องได้เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ทั้งหมดจากนักวิทยาศาสตร์และอาจารย์

โดยทั่วไปในคณะวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น นักศึกษาครุวิชาเอกเคมี ก็ต้องเรียนในรายวิชาที่เกี่ยวข้องเคมีให้ครอบคลุมทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็น เคมีอินทรีย์ เคมีอนินทรีย์ เคมีวิเคราะห์ เคมีเชิงฟิสิกส์ และชีวเคมี

เป็นที่น่าเสียดายที่มีหลักสูตรวิทยาศาสตร์ศึกษาไม่กี่แห่งที่เพิ่มความสามารถให้แก่ครูทั้งด้านทฤษฎีและการฝึกประสบการณ์ ถึงแม้ว่ากลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์จะประกอบไปด้วยทั้งทฤษฎีและการปฏิบัติการ นักศึกษาก็ยังคงมีโอกาสน้อยในการได้ทำวิจัยทางวิทยาศาสตร์กับนักวิทยาศาสตร์ในสถานการณ์จริงอยู่

หลักสูตรปริญญาตรีสี่ปี

2.1.2 การผลิตและพัฒนาครุวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศ

จากการทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตและพัฒนาครุวิทยาศาสตร์ในต่างประเทศของธนิภา วศินยานุวัฒน์และคณะ (2561) ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ประเด็นหลัก ๆ ที่เป็นแนวโน้มของงานวิจัยด้านการผลิตและพัฒนาครูสามารถจำแนกได้เป็น 3 ประเด็น ได้แก่

ประเด็นด้านนโยบาย หลักสูตร ซึ่งรวมทั้งการศึกษาริบทที่เกี่ยวกับการพัฒนาครู เช่น การพัฒนาสื่อ โปรแกรม/หลักสูตรการจัดอบรม แหล่งเรียนรู้ และเครื่องมือประเมิน นักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) ความรู้ความเข้าใจที่มีต่อหลักสูตรและนโยบายใหม่ ตัวอย่างเช่น การศึกษาเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจของครูเกี่ยวกับหลักสูตรหรือ Next Generation Science Standard (NGSS) เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงหลักสูตร ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นว่านักเรียนต้องเรียนรู้อะไรตามหลักสูตรใหม่และในฐานะครูต้องสอนอย่างไร ดังนั้นการพัฒนาครูให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ แนวทางการจัดการเรียนรู้ การออกแบบการสอน เกณฑ์มาตรฐานสำหรับนักเรียนและการประเมินครู ผลสัมฤทธิ์ที่คาดหวังของการจัดการเรียนการสอน เหล่านี้มีความสำคัญอย่างยิ่งที่ครูควรได้รับการพัฒนา เพื่อให้ครูมีความเข้าใจในหลักสูตรใหม่และสามารถนำไปปฏิบัติได้ (Hanuscin and Zangori, 2016; Richmond et al., 2016)

2) เป็นการนำเสนอประเด็นต่าง ๆ เกี่ยวกับหลักสูตร พบว่า มีการนำเสนอความเห็นเกี่ยวกับกรอบความคิด แนวปฏิบัติ เกี่ยวกับหลักสูตร Next generation Science Standard (NGSS) มากที่สุด เช่น ที่มาของการพัฒนาหลักสูตร มีอะไรใหม่ในหลักสูตร คุณลักษณะสำคัญ ความท้าทายที่มีในหลักสูตร (Pruitt, 2014) การนำเสนอเกี่ยวกับการปฏิบัติการสอนทางด้านวิศวกรรม (Cunningham and Carlsen, 2014) สอนอย่างไรให้สอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ตามหลักสูตรใหม่ (Krajcik et al., 2014) การพัฒนาครูใหม่ให้เป็นไปตามกรอบของหลักสูตรใหม่ โดยเฉพาะการพัฒนาครู (Bybee, 2014) เป็นต้น

3) ด้านการออกแบบหลักสูตรและพัฒนาหลักสูตร เช่น การออกแบบหลักสูตรวิทยาศาสตร์แบบดิจิทัลเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และการนำหลักสูตรไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ของครู (Leary et al., 2016) หรือการศึกษาความร่วมมือหน่วยงานที่หลากหลาย (multi-institutional

collaboration) ในการออกแบบหลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน (Donovan et al., 2015)

ประเด็นด้านความรู้ความเข้าใจของครู พบว่านักวิทยาศาสตร์ศึกษาให้ความสนใจในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

1) การศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของโปรแกรม หรือรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เช่น การศึกษาของ Bang and Luft (2014) เกี่ยวกับประสิทธิภาพของโปรแกรมพี่เลี้ยงออนไลน์ (Online Mentoring Program) เพื่อช่วยการพัฒนาประสิทธิภาพของการสอนวิทยาศาสตร์ของครูใหม่ สอดคล้องกับการศึกษาของ Barnett and Patricia (2015) ที่ศึกษาเกี่ยวกับประสิทธิภาพของระบบครูพี่เลี้ยงต่อการพัฒนาความรู้แนววิธีการสอนของนักศึกษาครู ขณะที่ Brown et al., (2013) ได้ศึกษาความสามารถโปรแกรมการพัฒนาวิชาชีพที่เรียกว่า “Scientist-teacher Partnerships” ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของนักวิทยาศาสตร์และครูต่อการพัฒนาแนวทางการสอนของครู เป็นต้น

2) การศึกษาเกี่ยวกับความเชื่อของครู ความเชื่อมั่นในความสามารถแห่งตน ความมั่นใจ เจตคติและค่านิยมของครู ซึ่งตัวแปรต่าง ๆ นี้ นักการศึกษาให้ความสนใจศึกษาเนื่องจากมีความสัมพันธ์กับการปฏิบัติการสอนของครู ตัวอย่างเช่น การศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อและการปฏิบัติการสอนในห้องเรียน ผลการศึกษาพบว่า ทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน กล่าวคือ เมื่อครูมีความเชื่อเกี่ยวกับแนวคิดการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง ครูจะมีแนวทางการปฏิบัติออกมาให้เห็นในรูปแบบที่ตนเองเชื่อ (Savasci and Berlin, 2012) นอกจากนี้ ความเชื่อของครูยังมีความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่น ๆ เช่น การรับรู้ (Perception) ความรู้ที่เป็นบวกและเจตคติที่ดีมีผลต่อการเปลี่ยนความเชื่อของครู (Milner et al., 2012) ขณะที่ Herrington et al., (2016) พบว่าประสบการณ์การวิจัยสำหรับครูผู้สอน (Research experiences for teachers; RETs) มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงความเชื่อ ทศนคติและค่านิยมในการสอนวิทยาศาสตร์ในทิศทางที่ดีขึ้น เป็นต้น

3) ความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์ของครู ตัวอย่างเช่น การศึกษาเรื่องการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจของนักศึกษาครูเนื้อหาเกี่ยวกับสรีรวิทยาของพืช เรื่อง การสังเคราะห์แสง การหายใจระดับแสง โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ผลการวิจัยพบว่า ความเข้าใจของนักศึกษาครูหลังจากที่ได้เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้ ทำให้นักศึกษาครูเข้าใจแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวถูกต้องมากขึ้นเมื่อเทียบกับผลการวัดก่อนและหลัง (Thompson et al., 2016; Sodervik et al., 2014) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเพื่อพัฒนาความเข้าใจของครูในเนื้อหาหรือแนวคิดอื่น ๆ ได้แก่ การพัฒนาความเข้าใจในเรื่องชีวโมเลกุล ผ่านบริบทของการเรียนรู้แบบ Informal Learning (Holliday et al., 2014) ความหลากหลายทางชีวภาพ (Palmberg et al., 2015) วิวัฒนาการ (Shane et al., 2016) เป็นต้น

2.1.3 หลักสูตรการผลิตครู 4 ปี ของคณะครุศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

รายละเอียดของหลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2562) มีดังต่อไปนี้

จำนวนหน่วยกิตที่เรียนตลอดหลักสูตร ไม่น้อยกว่า 141 หน่วยกิต รูปแบบของหลักสูตรเป็น หลักสูตรระดับปริญญาตรี 4 ปี หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2562 ปรับปรุงจากหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป (5 ปี) (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2560)

เพื่อสนับสนุนให้มหาวิทยาลัยราชภัฏ เป็นสถาบันอุดมศึกษาชั้นนำและพัฒนาท้องถิ่น สถานการณ์ภายนอกหรือการพัฒนาที่จำเป็นต้องนำมาพิจารณาในการวางแผนหลักสูตรจึงสอดคล้อง กับ พันธกิจของมหาวิทยาลัยและภาระหน้าที่ของมหาวิทยาลัย ดังนี้

1. แสวงหาความจริงเพื่อมุ่งสู่ความเป็นเลิศทางวิชาการ บนพื้นฐานของภูมิปัญญาท้องถิ่น ภูมิปัญญาไทย และภูมิปัญญาสากล
2. ผลิตบัณฑิตที่มีความรู้คู่คุณธรรม สานึกในความเป็นไทย มีความรักและผูกพันต่อ ท้องถิ่น อีกทั้งส่งเสริมการเรียนรู้ตลอดชีวิต ในชุมชนเพื่อช่วยให้คนในท้องถิ่นรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง การผลิตบัณฑิตดังกล่าวจะต้องให้มีจำนวนและคุณภาพสอดคล้องกับแผนการผลิตบัณฑิตของประเทศ
3. เสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในคุณค่า ความสำนึก และความภูมิใจ ในวัฒนธรรม ของท้องถิ่นและของชาติ
4. เสริมสร้างความเข้มแข็งของวิชาชีพครู ผลิตและพัฒนาครู บุคลากรทางการศึกษา ให้มี คุณภาพและมาตรฐานที่เหมาะสมกับการเป็นวิชาชีพชั้นสูง

โครงสร้างหลักสูตรของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป ประกอบด้วย หมวดวิชาศึกษาทั่วไป หมวดวิชาเฉพาะด้าน และหมวดวิชาเลือกเสรี โดยมีสัดส่วนของแต่ละหมวดวิชา ดังนี้

ก. หมวดวิชาศึกษาทั่วไป	30 หน่วยกิต
1) กลุ่มภาษา	12 หน่วยกิต
2) กลุ่มมนุษยศาสตร์	6 หน่วยกิต
3) กลุ่มสังคมศาสตร์	3 หน่วยกิต
4) กลุ่มวิทยาศาสตร์กับคณิตศาสตร์	9 หน่วยกิต
ข. หมวดวิชาเฉพาะ ไม่น้อยกว่า	105 หน่วยกิต
1) กลุ่มวิชาชีพครู	42 หน่วยกิต
1.1) วิชาชีพครู	28 หน่วยกิต
1.2) วิชาการปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา	14 หน่วยกิต
2) กลุ่มวิชาเอก ไม่น้อยกว่า	63 หน่วยกิต
2.1) วิชาเอกบังคับ	42 หน่วยกิต
2.2) วิชาเอกเลือก ไม่น้อยกว่า	21 หน่วยกิต
ค. หมวดวิชาเลือกเสรี ไม่น้อยกว่า	6 หน่วยกิต

2.2 ความรู้เนื้อหาพหุวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

2.2.1 ความรู้สำหรับนักศึกษาครู

2.2.2 แนวคิดและที่มาของกรอบความรู้เนื้อหาพหุวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

2.2.3 องค์ประกอบของกรอบความรู้เนื้อหาพหุวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

2.2.1 ความรู้สำหรับนักศึกษาครู

2.2.1.1 ความรู้ด้านเนื้อหาสำหรับนักศึกษาครู

ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสาร มาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับด้านความรู้ของครูวิทยาศาสตร์ ของสสวท. (2553) ระบุว่า มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์โดยมุ่งเน้นให้ครูสามารถจัดการเรียนการสอนที่พัฒนาผู้เรียนให้เกิดความรู้ ความคิด ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ตามมาตรฐานที่สอดคล้องกับสังคมไทยและทัดเทียมกับนานาชาติ ประกอบด้วยมาตรฐานหลัก 10 มาตรฐาน ที่อยู่ในกรอบของคุณลักษณะ 3 ด้าน คือ ความรู้ การแสดงออกและความสามารถ โดยสาระสำคัญของมาตรฐานครูวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

มาตรฐานที่ 1 ธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เข้าใจในธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ประกอบด้วยโครงสร้างเนื้อหาตามหลักสูตรและสาระความรู้ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แนวคิดด้านกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา รวมทั้งสามารถนำความรู้ความเข้าใจไปสร้างประสบการณ์การเรียนรู้ที่ทำให้เนื้อหาวิชามีความหมายต่อผู้เรียน

มาตรฐานที่ 2 การนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้อย่างมีคุณธรรมและมีความสนใจใฝ่พัฒนาวิชาชีพของตนเอง ใช้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอย่างมีคุณธรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคม และการดำรงชีวิตโดยคำนึงถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพ รวมทั้งเป็นผู้ที่เฝ้าหาโอกาสในการพัฒนาวิชาชีพของตนเอง

มาตรฐานที่ 3 การจัดโอกาสในการเรียนรู้ตามระดับการเรียนรู้และพัฒนาการของผู้เรียน เข้าใจถึงระดับการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนของผู้เรียน จัดโอกาสในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เพื่อส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาทางสติปัญญา สังคมและบุคลิกภาพ

มาตรฐานที่ 4 การจัดกระบวนการเรียนรู้ตามความแตกต่างของผู้เรียน เข้าใจถึงความแตกต่างของผู้เรียนและใช้ความแตกต่างดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการจัดกระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาโอกาสในการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับผู้เรียน

มาตรฐานที่ 5 การใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมเพื่อช่วยพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียน เข้าใจและใช้วิธีการสอนอย่างหลากหลาย เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนาความคิดด้านการวิเคราะห์ วิวิจารณ์ การแก้ปัญหาและทักษะปฏิบัติ

มาตรฐานที่ 6 การสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงบันดาลใจ เข้าใจถึงแรงกระตุ้นและพฤติกรรมของผู้เรียนหรือกลุ่มของผู้เรียน และสามารถสร้างสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์กันในทางบวก เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้และแรงบันดาลใจ

มาตรฐานที่ 7 พัฒนาทักษะการสื่อสารเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ มีทักษะการสื่อสารและสามารถใช้ภาษาอย่างถูกต้องทั้งการพูด การเขียน และการแสดงออก ใช้วิธีการสื่อสารเพื่อกระตุ้นให้มีการสืบหาความรู้ การมีปฏิสัมพันธ์และการทำงานร่วมกัน

มาตรฐานที่ 8 การพัฒนาหลักสูตร สาระการเรียนรู้และการวางแผนการสอน พัฒนาหลักสูตรที่อยู่บนพื้นฐานของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้อย่างสอดคล้องกับความต้องการของชุมชนและพัฒนาผู้เรียนได้อย่างเต็มศักยภาพ

มาตรฐานที่ 9 การประเมินผลเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ ใช้วิธีการประเมินผลตามสภาพจริงและนำผลการประเมินไปใช้เพื่อยืนยันถึงพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนอย่างต่อเนื่องทั้งทางสติปัญญา สังคม และร่างกาย

มาตรฐานที่ 10 การนำชุมชนมาร่วมจัดการศึกษาและพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน ส่งเสริมความสัมพันธ์กับผู้ร่วมงานในสถานศึกษา ผู้ปกครอง และองค์กรในชุมชนเพื่อสนับสนุนการเรียนรู้และพัฒนาการเรียนรู้แก่ผู้เรียน

ทวิศศักดิ์ จินดานุรักษ์และคณะ (2554) ระบุเกี่ยวกับมาตรฐานความรู้ของครู วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ 1) ความรู้วิชาชีพครู 2) ความรู้ทั่วไปสำหรับครูวิทยาศาสตร์ 3) ความรู้ด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และ 4) ความรู้เชิงบูรณาการระหว่างวิชาชีพครูกับวิชาเฉพาะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความรู้วิชาชีพครู ประกอบด้วย
 - 1.1 หลักการศึกษา ปรัชญาการศึกษา วิชาชีพครูที่ดี และความเป็นครูที่มีประสิทธิภาพ
 - 1.2 จิตวิทยาพัฒนาการและจิตวิทยาการศึกษา
 - 1.3 การออกแบบและการพัฒนาหลักสูตร
 - 1.4 การออกแบบและการจัดการเรียนรู้

- 1.5 การจัดการชั้นเรียนและสภาพแวดล้อมเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้
- 1.6 เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารสำหรับครู
- 1.7 การสร้างนวัตกรรมทางการศึกษา
- 1.8 การวัดและประเมินผลการศึกษา
- 1.9 การศึกษาพิเศษ
- 1.10 การวิจัยทางการศึกษา และการวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียน
- 1.11 การบริหารการศึกษา
- 1.12 การประกันคุณภาพการศึกษา
- 1.13 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับวิชาชีพครู
2. ความรู้ทั่วไปสำหรับครูวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
 - 2.1 ใช้ศัพท์ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้อย่างถูกต้องตามการบัญญัติของราชบัณฑิต (ในกรณีที่ไม่มีการบัญญัติศัพท์ของราชบัณฑิตให้ใช้ศัพท์ตามที่มีการยอมรับ)
 - 2.2 มีความรู้ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี
 - 2.3 มีความรู้ความเข้าใจกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อม
 - 2.4 มีความรู้ความเข้าใจในการปฏิบัติเทคนิคที่ปลอดภัย ถูกต้องเหมาะสม ในการ เตรียม การ เก็บรักษาและการกา จัดสารเคมี วัสดุอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัยและรักษา สิ่งแวดล้อม
 - 2.5 ความรู้เกี่ยวกับคณิตศาสตร์พื้นฐาน
3. ความรู้ด้านเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ แบ่งตามระดับชั้นที่สอน
 - 3.1 ครูประถมศึกษาและมัธยมศึกษาตอนต้น (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) ประกอบด้วย
 - (1) สิ่งมีชีวิตและกระบวนการดำรงชีวิต
 - (2) ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม
 - (3) สารและสมบัติของสาร
 - (4) แรงและการเคลื่อนที่
 - (5) พลังงาน
 - (6) กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก
 - (7) ดาราศาสตร์และอวกาศ
 4. ความรู้เชิงบูรณาการระหว่างวิชาชีพครูกับวิชาเฉพาะ ประกอบด้วย
 - 4.1 มีความรู้ความเข้าใจในการวางแผนและการจัดการเรียนรู้แบบบูรณาการระหว่างสาขาวิชา วิทยาศาสตร์และสาขาวิชาอื่น ๆ

4.2 มีความรู้ความเข้าใจในการวางแผนการสอนและกำหนดภาระงานที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พัฒนากระบวนการคิดและสร้างองค์ความรู้ที่มีความหมาย โดยคำนึงถึงความสอดคล้องกับธรรมชาติของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.3 มีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมการเรียนรู้ตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียนที่สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4.4 มีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ (ICT) ในการเรียนรู้

4.5 มีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมเสริมหลักสูตรทางด้านวิทยาศาสตร์ในรูปแบบที่หลากหลาย เช่น การจัดค่ายวิทยาศาสตร์ ทัศนศึกษา

4.6 มีความรู้ความเข้าใจในการใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหาและการสำรวจตรวจสอบเพื่อพัฒนาผู้เรียนด้านทักษะกระบวนการคิด และ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.7 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และแนวทางการจัดกิจกรรมปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

4.8 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการผลิตและพัฒนาสื่อ นวัตกรรมการเรียนการสอน วิทยาศาสตร์ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมเป็นไปตามศักยภาพของผู้เรียน

4.9 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ เทคนิค หรือวิธีการประเมินผลตามสภาพจริงที่เน้นการติดตามความก้าวหน้าในการเรียนรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ของผู้เรียน

ดังนั้นจากการทบทวนเอกสารในเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าความรู้ด้านเนื้อหาสำหรับ นักศึกษาครู กล่าวคือ นักศึกษาครูควรมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาวิทยาศาสตร์และสามารถถ่ายทอดความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้ รวมทั้งสามารถฝึกปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ได้ ต้องสามารถเชื่อมโยงและเข้าใจหลักการที่สำคัญของแนวคิด (Concept) ความคิด (Idea) และการนำไปใช้ (Applications) ตลอดจนมีความสามารถในการสำรวจตรวจสอบ (Investigation) หรือมีทักษะทาง วิทยาศาสตร์ และเพื่อแสดงให้เห็นว่านักศึกษาครูมีความรู้ด้านเนื้อหา นักศึกษาต้อง 1) เข้าใจเนื้อหา วิทยาศาสตร์และสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในแนวคิดหลัก หลักการ ทฤษฎี กฎ และ ความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์ในสาขาที่เกี่ยวข้องได้ 2) เข้าใจและสามารถทำให้ผู้เรียนเห็น ความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่มีต่อตนเอง และ 3) เข้าใจระเบียบวิธีการวิจัย มีความรู้ด้านงานวิจัย และสามารถออกแบบ ทำการศึกษาค้นคว้า เขียนรายงาน และประเมินผลการสืบเสาะหาความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ได้

2.1.1.2 ความรู้ด้านวิธีสอนสำหรับนักศึกษาครู

ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์และคณะ (2554) ระบุเกี่ยวกับมาตรฐานความรู้ด้านวิธีสอน ไว้ดังนี้ ประกอบด้วย 1) มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ที่มีรูปแบบหลากหลายได้อย่างสร้างสรรค์ 2) มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนโดยใช้นวัตกรรมที่มีความหลากหลาย 3) มี

ความสามารถในการบูรณาการวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ ในการจัดการเรียนรู้ 4) มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในด้านคุณธรรมจริยธรรม ความเป็นประชาธิปไตย ความภูมิใจในความเป็นไทย 5) มีความสามารถในการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนในการดูแลตนเองการทำงาน การอยู่ร่วมกันในสังคมและรู้เท่าทันการเปลี่ยนแปลง 6) สามารถจัดกิจกรรมและบรรยากาศของห้องเรียนและสถานศึกษาที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเป็นบุคคลแห่งการเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้อย่างเต็มศักยภาพ 7) สามารถจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการวิจัยและการทำโครงการในการพัฒนาการเรียนรู้ 8) สามารถใช้กระบวนการประชาธิปไตยในการจัดการเรียนรู้ในส่วนของการปฏิบัติการทดลอง และปฏิบัติการกิจกรรมต่าง ๆ ตามความถนัด ความสนใจของผู้เรียน 9) สามารถผลิตและพัฒนาสื่อ นวัตกรรมการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์เพื่อนำไปใช้ในการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมเป็นไปตามศักยภาพของผู้เรียน 10) สามารถจัดสถานการณ์หรือปัญหาที่กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจเรียนรู้ด้วยกระบวนการคิด และ 11) สามารถจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริงทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มด้วยการทดลองและการฝึกทักษะปฏิบัติ การฝึกความคิดระดับสูงเพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

ดังนั้นจากการทบทวนเอกสารในเบื้องต้น ผู้วิจัยจึงมีความเห็นว่าความรู้ด้านวิธีสอนสำหรับนักศึกษาครู กล่าวคือ นักศึกษาครูต้องเป็นผู้สร้างการเรียนรู้โดยผ่านประสบการณ์ทางวิทยาศาสตร์ของผู้เรียนเอง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ต่อไปได้ด้วยตนเอง นักศึกษาครูควรมีกลวิธีทางการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียนรูปแบบต่าง ๆ ที่หลากหลาย และเพื่อแสดงให้เห็นว่านักศึกษาครูมีความรู้ด้านวิธีสอน นักศึกษาต้อง 1) ใช้เทคนิคการเรียนการสอนที่หลากหลาย มีกลวิธี และวิธีวิธีที่จะส่งเสริมการพัฒนาทักษะการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ ของผู้เรียนและระดับของความเข้าใจของผู้เรียนแต่ละคน 2) ส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้ผู้เรียนโดยคำนึงถึงความสามารถ ความจำเป็น ความสนใจ และประสบการณ์เดิมของผู้เรียน 3) มีวิธีการจัดการและกระตุ้นผู้เรียนโดยเน้นการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม 4) เข้าใจพื้นฐานของผู้เรียน เช่น ความรู้เดิม ประสบการณ์เดิม รวมทั้งความสนใจของผู้เรียน 5) สร้างและรักษาสังคมแห่งการเรียนรู้ที่คำนึงถึงความปลอดภัยทางสังคมและมีหลักจิตวิทยาในการสอน

2.1.1.3 ความรู้ด้านเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครู

ผู้วิจัย ได้ใช้แนวทางของทวิตต์ จินดานุรักษ์ (2559) ที่กล่าวถึง ความรู้ด้านเทคโนโลยีสำหรับนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบดิจิทัล (digital system) รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ หรือไอที (Information Technology-IT) เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แต่เนื่องจากความรู้ด้านเทคโนโลยีกำลังอยู่ในสถานะของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็ว ความรู้ทั้งหลายจึงอาจล้าสมัยได้ในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นกรอบความคิดของการใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายถึงความรู้ทั่วไปด้านเทคโนโลยี (computer literacy) เท่านั้น แต่หมายรวมถึงความยืดหยุ่นและความคล่องตัวของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ กล่าวคือผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจเทคโนโลยีในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้

ความเจริญก้าวหน้าทางด้านของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความทันสมัยและการใช้งานง่ายของ โปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับการจัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ถูกลง ส่งผลให้สถานศึกษามีการสนับสนุนการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้มากขึ้นโดยนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ นำมาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาจำนวนคาบเรียนที่ไม่เพียงพอ ทำให้ผู้เรียนฝึกปฏิบัติได้ไม่เต็มที่ รวมทั้งเป็นการส่งเสริมให้ผู้เรียนค้นคว้าและเรียนรู้ด้วยตนเองได้มากขึ้นนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่นิยมใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ มี 9 ประเภทประกอบด้วย (1) ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (2) โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ (3) การจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ (4) โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (5) วิดีทัศน์ตามต้องการ (6) เครือข่ายสังคมออนไลน์ (7) การเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ (อีเลิร์นนิ่ง) และ (9) ความเป็นจริงเสมือน (Augmented Reality , AR) โดยมีรายละเอียดแต่ละประเภทดังนี้

(1) ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง จากเว็บไซต์ PhET ในปัจจุบันความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมีมากขึ้น ส่งผลให้การจัดการเรียนรู้ไม่จำเป็นต้องเกิดขึ้นในห้องเรียนที่เหลื่อมเสมอไป โดยเฉพาะการเรียนวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นสาระการเรียนรู้ที่มีรายละเอียดมาก และต้องมีการฝึกปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นจึงได้มีการจำลองห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง (Virtual Lab ,Cyber Lab, Online Lab) เกิดขึ้น โดยห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเป็นห้องปฏิบัติการทดลองที่มีสภาพแวดล้อมที่จำเป็น และมีคุณภาพเช่นเดียวกับห้องเรียนหรือห้องปฏิบัติการทดลองจริงทุกประการ แต่ไม่มีอาคาร สถานที่ และไม่มีการพบหน้ากัน (Face to face contact) ผู้เรียนสามารถทดลองผ่านระบบคอมพิวเตอร์ได้เสมือนปฏิบัติการทดลองในห้องปฏิบัติการ ในสถานศึกษาจุดประสงค์ของการใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกปฏิบัติการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้เพิ่มเติมจากการทดลองในห้องปฏิบัติการทดลองจริง อีกทั้งการทดลองบางประการมีข้อจำกัดด้านงบประมาณ และอันตรายที่จะเกิดขึ้น การใช้ห้องปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงจึงช่วยในการเรียนรู้ช่วยเพิ่มจำนวนครั้งในการทดลอง ลดงบประมาณ และลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นระหว่างการทดลองด้วย

(2) โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์ เป็นการใช้ความสามารถทางคอมพิวเตอร์เพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถคำนวณสูตรทางวิทยาศาสตร์ การใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการคำนวณทางวิทยาศาสตร์มีทั้งการใช้เพื่อช่วยในการคำนวณ ใช้เพื่อนำเสนอเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ และการใช้เพื่อเป็นองค์ประกอบหนึ่งของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เสมือนจริง โดยมีการใช้โปรแกรมการคำนวณเพื่อช่วยในการทดลอง โปรแกรมที่ใช้เพื่อการคำนวณ ส่วนมากใช้เพื่อการคำนวณโมเลกุล อิเล็กตรอน อุณหภูมิ จุดเดือด ความเป็นกรดเป็นด่าง เป็นต้น

(3) การจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ ปัจจุบันมีการนำโทรศัพท์เคลื่อนที่ (SmartPhone) มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มากขึ้น โดยมีการจัดการจัดการเรียนรู้ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่ (m-Learning) เพื่อให้ผู้เรียนมีความสะดวกในการเข้าถึงเนื้อหาวิทยาศาสตร์มากขึ้น

เนื้อหาสาระที่นำเสนอผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่มีทั้งเนื้อหาสาระตามหลักสูตรแกนกลาง และเนื้อหาสาระที่เป็นความรู้รอบตัว โดยผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ด้านวิทยาศาสตร์ผ่านโทรศัพท์เคลื่อนที่จะนำเสนอในรูปแบบของซอฟต์แวร์สำเร็จรูป หรือที่เรียกกันว่า แอปพลิเคชัน (Application) ผู้ใช้งานสามารถดาวน์โหลดแอปพลิเคชันลงในโทรศัพท์เคลื่อนที่และใช้ศึกษาเนื้อหาได้ตามที่ต้องการ

(4) โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่นำมาใช้กับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษามี 2 ประเภทรายการ ได้แก่

1) รายการประเภทให้ความรู้เชิงวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ อาทิ รายการเพื่อการศึกษาของมูลนิธิการศึกษาทางไกลผ่านดาวเทียม เป็นรายการโทรทัศน์ที่เน้นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เนื้อหาเพื่อทดแทนการขาดแคลนผู้สอนวิทยาศาสตร์สำหรับโรงเรียนขยายโอกาส และโรงเรียนในสถานที่ห่างไกลเนื้อหาสาระของรายการประเภทนี้จะสอดคล้องกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในแต่ละระดับชั้นโดยตรงเพราะเป็นการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักสูตรที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนดไว้

2) รายการประเภทสาระบันเทิง เป็นรายการโทรทัศน์ทั่วไปที่ให้สาระความบันเทิงกับประชาชนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยมีทั้งเป็นรายการที่จัดขึ้นในประเด็นใดประเด็นหนึ่ง โดยเฉพาะและเป็นรายการที่ผสมผสานเนื้อหาสาระหลากหลาย ประเด็นการนำรายการประเภทนี้มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสถานศึกษาจำเป็นต้องพิจารณาความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ส่วนมากเป็นการใช้เนื้อหาสาระบางส่วนของรายการมาใช้เสริมการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบการยกตัวอย่าง ใช้เป็นสื่อเร้าเพื่อจุดประกายความสนใจของผู้เรียน และใช้เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์การดำเนินชีวิตของผู้เรียน

(5) วิดีทัศน์ตามต้องการ (Video on Demand) เป็นสื่อสัญญาณภาพที่นำเสนอเนื้อหาการสอนเทคโนโลยีผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ปัจจุบันมีสถานศึกษาและผู้สอนที่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์นำเสนอเนื้อหาบทเรียนในลักษณะของสัญญาณภาพผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นจำนวนมาก เว็บไซต์ที่นำเสนอสัญญาณภาพเกี่ยวกับเทคโนโลยี และได้รับความนิยมทั่วโลก คือ เว็บไซต์ www.youtube.com โดยผู้เรียนสามารถสืบค้นเนื้อหาเทคโนโลยีที่ต้องการศึกษาจากคำสำคัญ อาทิ สืบค้นด้วยคำว่า “วิทยาศาสตร์” เป็นต้น รายการที่นำเสนอผ่านวิดีโอทัศน์ตามต้องการมีเนื้อหาที่หลากหลาย ทั้งการบรรยายของวิทยากร การสอนในชั้นเรียนทางไกล การทดลองทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ เป็นต้น

(6) เครือข่ายสังคมออนไลน์ (Social Network) เป็นบริการจากผู้ให้บริการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้รับความนิยมในการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคล โดยเป็นการใช้เว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชันเพื่อเขียนข้อความ ความคิดเห็น แนบไฟล์เอกสารและรูปภาพของตนเองให้ผู้อื่นรับทราบทั้งแบบสาธารณะ และแบบเฉพาะกลุ่ม เว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชันที่เป็นที่นิยมใช้ คือ เฟซบุ๊ก (Facebook) ไลน์ (Line) ทวิตเตอร์ (Twitter) บล็อก (Blog) โดยการนำเครือข่ายสังคมออนไลน์

มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์สามารถใช้เพื่อการติดต่อสื่อสาร และการสร้างเครือข่ายเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ และการศึกษาเนื้อหา ข่าวด้านวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

(7) การเรียนทางอิเล็กทรอนิกส์ (อีเลิร์นนิ่ง) (electronic learning, eLearning, e-Learning) เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ทางไกลรูปแบบหนึ่งให้ผู้เรียนสามารถเรียนผ่านระบบคอมพิวเตอร์ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ได้ตามความถนัดและความสนใจตามช่วงเวลาที่เหมาะสม ซึ่งผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับผู้สอนหรือแลกเปลี่ยนความรู้ แนวคิด กับผู้เรียนจากสถานที่อื่นผ่านระบบเครือข่ายได้เช่นกัน การเรียนรูปแบบนี้มีระบบการวัดและประเมินผลเพื่อให้ได้คุณภาพและมาตรฐานตามที่สถาบันหรือหน่วยจัดการศึกษากำหนด

(8) ความเป็นจริงเสมือน (Augmented Reality , AR) เป็นเทคโนโลยีที่ผสานโลกของความจริง (real) เข้ากับโลกเสมือน (virtual) ซึ่งจะทำให้ภาพที่เห็นในจอภาพกลายเป็นวัตถุสามมิติ ลอยอยู่เหนือพื้นผิวจริงโดยใช้วิธีซ้อนภาพสามมิติที่อยู่ในโลกเสมือนไปอยู่บนภาพที่เห็นจริง ๆ ในโลกของความเป็นจริง ผ่านกล้องดิจิทัลของแท็บเล็ต สมาร์ทโฟน หรืออุปกรณ์อื่น ๆ และให้ผลการแสดงผล ณ เวลาจริง (real time) ซึ่งในอนาคตอันใกล้ AR กำลังจะเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในชีวิตประจำวันของสังคมที่จะเต็มไปด้วย สมาร์ทโฟน แท็บเล็ต และนวัตกรรมทางเทคโนโลยีสารสนเทศเช่น Google Glass เป็นต้น ในด้านการศึกษา การใช้เทคโนโลยี AR ให้ผู้เรียนสามารถเห็นภาพสามมิติของระบบสุริยะเห็นดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของระบบ และดาวเคราะห์ดวงต่าง ๆ กำลังโคจรรอบดวงอาทิตย์ หรือทางชีววิทยา ภาพเทคโนโลยี AR ช่วยให้เห็น อวัยวะภายในร่างกาย โครงสร้างของหัวใจ โครงสร้างของกระดูกโดยเห็นเป็นภาพสามมิติ สามารถเห็นภาพได้ทันทีเพียงสแกนสัญลักษณ์ที่ปรากฏบนแผ่นกระดาษที่กำหนดให้โดยใช้กล้องเว็บแคมของเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือกล้องของสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ตที่มีแอปพลิเคชันเฉพาะของเรื่องนี้ ภาพสามมิติที่ปรากฏสามารถเคลื่อนไหวได้พร้อมคำอธิบายประกอบ

ดังนั้น นักศึกษาครูจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี จากประเภทของนวัตกรรมและเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ที่ได้กล่าวมาข้างต้น เนื่องจากเป็นสิ่งที่ช่วยเป็นตัวกลางในการถ่ายทอดเนื้อหาจากผู้สอนไปยังผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้น ช่วยให้เกิดความคิดในเรื่องที่ศึกษาได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ช่วยกระตุ้นเร้าความสนใจของผู้เรียนทำให้เกิดความรู้สนุกสนานอยากเรียน ส่งผลให้การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีต่าง ๆ มาช่วยในการจัดการเรียนรู้ ซึ่งไม่ได้จำกัดเฉพาะแค่เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เท่านั้น แต่สามารถใช้เป็นแหล่งเรียนรู้ต่าง ๆ ได้

2.2 แนวคิดและที่มาของกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

ความรู้ด้าน ICT และทักษะเพียงอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้ครูสามารถใช้งานเทคโนโลยีได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Funkhouser & Mouza, 2013) ได้มีการแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มเทคโนโลยีเข้าสู่ชั้นเรียนได้นำไปสู่การปรับปรุงการเรียนรู้ของผู้เรียนให้ดีขึ้น (Brooks, 2011) และการใช้เทคโนโลยีจะเป็นจุดแข็งในการเชื่อมโยงสู่วิธีการจัดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Sang et al.,

2010; So et al., 2012; Tondeur, Hermans, et al., 2008) ปัจจุบันนี้มีการยอมรับอย่างกว้างขวางว่าครูต้องเรียนรู้ทักษะด้านเทคโนโลยีภายในบริบทของเนื้อหาที่ตนเองสอนและกลวิธีการจัดการเรียนรู้ที่ครูจะใช้ (Harris & Hofer, 2009; Rotherham & Willingham, 2009) การบูรณาการที่มีประสิทธิภาพของเทคโนโลยีขึ้นอยู่กับความเข้าใจและการใช้ประโยชน์จากการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเทคโนโลยี เนื้อหาและวิธีการสอน (Angeli & Valanides, 2009; Hofer & Harris, 2010)

Mishra and Koehler (2006) เสนอความรู้เรื่องเนื้อหาทางการสอน เกี่ยวกับกรอบ TPACK ภายหลังเปลี่ยนเป็น TPACK (ภาพที่ 2.1) เพื่อสื่อสารสิ่งที่ครูจำเป็นต้องรู้เพื่อรวมเทคโนโลยีเข้าด้วยกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

TPACK ประกอบด้วย 7 ชนิดของความรู้ที่กำหนดโดยแผนผังในภาพที่ 2.1 ประเภทความรู้เหล่านี้ ได้แก่ ความรู้ด้านเนื้อหา Content Knowledge (CK), ความรู้ด้านวิธีสอน Pedagogical Knowledge (PK), ความรู้ด้านเทคโนโลยี Technological Knowledge (TK), ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน Pedagogical Content Knowledge (PCK), ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี Technological Content Knowledge (TCK) ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี Technological Pedagogical Knowledge (TPK) และความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

กรอบ TPACK พิสูจน์แล้วว่าเป็นที่นิยมอย่างมากกับครูผู้สอนในยุคปัจจุบันซึ่งเป็นโลกแห่งเทคโนโลยีและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน (Baran, Chuang, & Thompson, 2011)

TPACK มีพื้นฐานมาจาก ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนหรือ PCK ซึ่งมาจาก Shulman (1986) ได้ให้กรอบแนวคิดเชิงทฤษฎีเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหาผนวกกับวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge: PCK) ที่ให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้ของครูในด้านเนื้อหาที่สอนและวิธีการสอน โดยมีจุดเน้นที่สำคัญคือครูผู้สอนสามารถถ่ายทอดความรู้ในเนื้อหาวิชาที่ตนเองสอนได้โดยมีวิธีที่ทำให้การจัดการเรียนรู้มีประสิทธิภาพ ส่งผลให้ผู้เรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองและเชื่อมโยงองค์ความรู้เดิมสู่องค์ความรู้ใหม่ได้ (Archambault & Barnett, 2011; Shulman, 1986)

ต่อมา Mishra and Koehler (2006) เป็นอาจารย์ทางด้านเทคโนโลยีการศึกษา ได้พัฒนากรอบความรู้ใหม่ที่พัฒนามาจากกรอบความรู้ของ Shulman (1986) (Pedagogical Content Knowledge: PCK) โดยให้ความสำคัญกับการนำเทคโนโลยีมาบูรณาการกับความรู้ด้านวิธีสอนและความรู้ด้านเนื้อหา โดยเรียกกรอบแนวคิดนี้ว่า TPCK แต่เพื่อให้เรียกให้ง่ายขึ้น Koehler และ Mishra (2009) ได้ปรับเปลี่ยนอักษรย่อ TPCK เป็น TPACK เรียกว่า กรอบความรู้ ที่แพค (Technological Pedagogical Content Knowledge: TPACK) เป็นการรวมทั้งสามด้านเกี่ยวกับความรู้ด้านเนื้อหา (Content Knowledge: CK) ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogical Knowledge: PK) และความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology Knowledge: TK) ซึ่งการบูรณาการความรู้ทั้งสามด้าน ได้แก่ เนื้อหา วิธีสอน และเทคโนโลยีที่สอนเพื่อใช้ในการจัดการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เป็นเอกลักษณ์เฉพาะของครूमืออาชีพ

ในยุคปัจจุบัน โดยที่ครูต้องเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับเนื้อหา เลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับวิธีสอน และเลือกเทคโนโลยีให้เหมาะสมกับการบูรณาการวิธีสอนและเนื้อหา

2.3 องค์ประกอบของกรอบความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)

แนวคิด TPACK มีองค์ประกอบเบื้องต้นประกอบด้วยความรู้ 3 เรื่องหลัก คือ

- 1) ความรู้ด้านเนื้อหา (Content : CK) เป็นความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาอย่างแท้จริงที่ถูกเรียนรู้หรือถูกสอน ซึ่งครูจะต้องรู้และเข้าใจวิชาที่พวกเขาสอน ทั้งความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง แนวคิด ทฤษฎีและกระบวนการในสาขาวิชานั้น
- 2) ความรู้ด้านวิธีสอน (Pedagogy : PK) เป็นความรู้เชิงลึกในเรื่องกระบวนการและการปฏิบัติหรือวิธีการจัดการเรียนรู้ให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายการศึกษา ความรู้นี้เกี่ยวข้องกับทุกประเด็นของการเรียนรู้ของผู้เรียน การจัดการห้องเรียน การพัฒนาและนำแผนการจัดการเรียนรู้ไปใช้และการประเมินผลผู้เรียน ครูกับความรู้ด้านการสอนเชิงลึกเข้าใจวิธีการที่ผู้เรียนสร้างความรู้และได้มาซึ่งทักษะ ความรู้เรื่องการจัดการเรียนรู้จำเป็นต้องเข้าใจเรื่องการเรียนรู้คิด สังคมและทฤษฎีพัฒนาการของการเรียนรู้และวิธีประยุกต์ใช้กับผู้เรียนในห้องเรียน
- 3) ความรู้ด้านเทคโนโลยี (Technology : TK) เป็นความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีพื้นฐาน เช่น อินเทอร์เน็ต วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ เป็นความรู้ที่เกี่ยวกับทักษะที่จำเป็นในการดำเนินการใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ ในกรณีนี้จะรวมความรู้เกี่ยวกับระบบการดำเนินการคอมพิวเตอร์และการใช้ซอฟต์แวร์ ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีระบบดิจิทัล (digital system) รวมถึงการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศหรือไอที (Information Technology-IT) เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ แต่เนื่องจากความรู้ด้านเทคโนโลยีกำลังอยู่ในสถานะของการเปลี่ยนแปลงและพัฒนาอย่างรวดเร็ว ความรู้ทั้งหลายจึงอาจล้าสมัยได้ในเวลาอันรวดเร็ว ดังนั้นกรอบความคิดของการใช้ความรู้ด้านเทคโนโลยีจึงไม่ได้หมายถึงความรู้ทั่วไปด้านเทคโนโลยี (computer literacy) เท่านั้น แต่หมายรวมถึงความยืดหยุ่นและความคล่องตัวของการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ กล่าวคือผู้สอนจำเป็นต้องมีความเข้าใจเทคโนโลยีในระดับที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในชีวิตประจำวันได้

แนวคิดนี้ให้ความสำคัญกับความรู้ใหม่ที่เกิดจากการซ้อนทับของความรู้แต่ละเรื่องซึ่งปรากฏเป็นความรู้ใหม่ใน 4 ลักษณะ คือ

- 1) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน (Pedagogical Content Knowledge : PCK)

ความรู้ในส่วนนี้ให้ความสำคัญกับความสัมพันธ์ของความรู้ในรายวิชาของครูและวิธีการสอน โดย Shulman (1986) ได้นิยาม PCK คือประเภทของความรู้ที่จำเพาะและเป็นองค์ความรู้ที่นอกเหนือจากความรู้ด้านเนื้อหา องค์ความรู้นี้คือการบูรณาการมิติของความรู้ด้านต่างๆ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการสอนในเนื้อหานั้น โดยองค์ประกอบที่สำคัญในแนวคิดของ Shulman เกี่ยวกับ PCK คือ องค์ประกอบของความรู้ด้านเนื้อหาและวิธีการสอนที่เหมาะสมส่งเสริมการจัดการเรียนการสอนของครูได้อย่างมีประสิทธิภาพและกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหานั้นได้ โดยมุ่งเน้นถึงความรู้ที่เอื้อให้ครูสามารถเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีมาก่อนเกี่ยวกับเนื้อหานั้น และความยากใน

การเรียนรู้ โดยองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนตามแนวคิดนี้ แต่ละมิติของความรู้มีความสอดคล้องและเอื้ออำนวยต่อกัน ในการจัดการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนนั้น ครูต้องมีความรู้แต่ละด้านที่เหมาะสมด้านวิธีการสอน วิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ ที่เหมาะสมต่อการถ่ายทอดเนื้อหาความรู้ นั้นไปสู่ตัวผู้เรียนโดยคำนึงถึงความแตกต่างของตัวผู้เรียน เข้าใจถึงวิธีการเรียนรู้ของผู้เรียนบูรณาการความรู้แต่ละด้านได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียน เมื่อครูเข้าใจถึงแนวคิดเดิมที่ผู้เรียนมีและความยากในการเรียนรู้ที่ผู้เรียนประสบปัญหาหยาบส่งเสริมให้ครูเข้าใจถึงรูปแบบที่เหมาะสมในการจัดการเรียนการสอน ในด้านวิธีการสอน สื่อและกิจกรรม รวมทั้งวิธีการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นั้นแสดงว่าครูมีความสามารถในการปรับใช้ PCK ได้อย่างมีประสิทธิภาพ การศึกษาเรื่อง PCK นั้น มีนักการศึกษาท่านอื่นๆ ได้ปรับและขยายแนวคิดเกี่ยวกับ PCK ในฐานแนวคิดของ Shulman เช่น ในปี 1999 Magnusson, Krajcik และ Borko ได้ขยายแนวคิดของ Shulman (1986) เกี่ยวกับองค์ประกอบของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนนี้เพื่อให้เหมาะสมต่อการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ โดยคณะของ Magnusson ได้นิยามว่า PCK ควรประกอบด้วย 5 ด้าน ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับเป้าหมายของการสอนวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียนและการเรียนรู้ของผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนและความรู้เกี่ยวกับการวัดและประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน

2) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี (Technological Content Knowledge : TCK)

ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับวิธีการหรือลักษณะความสัมพันธ์ของความรู้เรื่องเทคโนโลยี (TK) และความรู้เรื่องเนื้อหา (CK) มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ครูจำเป็นต้องรู้ไม่เพียงแต่เรื่องที่พวกเขาสอน แต่ต้องรู้วิธีการหรือลักษณะที่เนื้อหาสาระสามารถถูกเปลี่ยนแปลงจากการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี ตัวอย่างเช่น Stellarium เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้เป็นท้องฟ้าจำลองสำหรับคอมพิวเตอร์สามารถแสดงท้องฟ้าเหมือนจริงแบบ 3 มิติ ใกล้เคียงกับที่เห็นด้วยตาเปล่าหรือกล้องโทรทรรศน์ PhET เป็น Website ที่จัดทำโปรแกรมจำลองการเรียนการสอนเป็นสถานการณ์จำลองบนคอมพิวเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาสามารถช่วยเหลือให้ผู้เรียนสามารถสร้างการเชื่อมต่อระหว่างความเข้าใจในแนวคิดวิทยาศาสตร์และปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในชีวิตจริง ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจอย่างมีความหมายและมีความตระหนักรู้ในปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนโลก

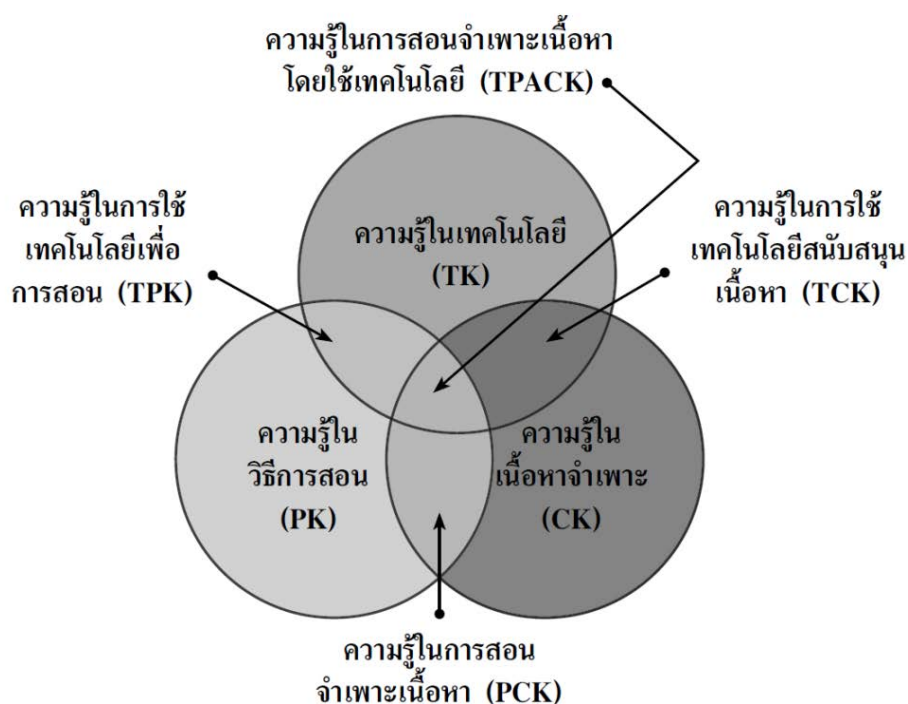
3) ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Knowledge : TPK)

ความรู้ในส่วนนี้เป็นความรู้เกี่ยวกับความสามารถของเทคโนโลยีที่หลากหลายในขณะที่ถูกนำไปใช้ในการจัดเตรียมการเรียนการสอน รวมถึงรู้ว่าการสอนอาจจะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรจากการใช้เทคโนโลยีชนิดนั้น รวมถึงความเข้าใจเกี่ยวกับขอบเขตของอุปกรณ์ที่มีไว้สำหรับภาระงานบางอย่างความสามารถในการเลือกอุปกรณ์บนพื้นฐานของความเหมาะสมกับกิจกรรม และความรู้เรื่องการสอนและความสามารถในการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้เหมาะสมกับวิธีสอน รวมถึงความรู้เรื่องการมีส่วนร่วมในชั้นเรียนและการวัดประเมินผล ความรู้ในเรื่องความคิดในการใช้เทคโนโลยีเป็นพื้นฐานโดยทั่วไป

เช่น การสนทนาอภิปรายโต้ตอบผ่านระบบอินเทอร์เน็ต การใช้ Kahoot, Quizizz, Poll everywhere ในชั้นนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อกระตุ้นและสร้างความสนใจ

4) ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (Technological Pedagogical Content Knowledge : TPACK)

ส่วนนี้เป็นการบูรณาการเทคโนโลยีอย่างแท้จริง ซึ่งเป็นเรื่องที่ต้องทำความเข้าใจและจัดการความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบของความรู้ทั้งสามส่วน โดยเป็นความรู้ความเข้าใจและความสามารถของครูในการบูรณาการเทคโนโลยีที่เหมาะสมและหลากหลายให้เข้ากับกระบวนการและวิธีการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ตนเองสอน ทำให้เกิดการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ รวมทั้งผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และสามารถสร้างองค์ความรู้ใหม่ ๆ ในเนื้อหาวิชาที่สอนได้ด้วยการใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ครูที่มีความสามารถในการจัดการความสัมพันธ์เหล่านี้อาจแสดงออกในรูปแบบที่แตกต่างกันตามความชำนาญ ซึ่งการบูรณาการเทคโนโลยีในการสอนตามเนื้อหาวิชาต่าง ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น จำเป็นต้องไวต่อการรับรู้ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบความรู้ทั้ง 3 เรื่อง ดังภาพที่ 2.1



รูปที่ 2.1 กรอบแนวความคิดเกี่ยวกับความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

(ถอดความหมายจาก M.J. Koehler et al., 2006)

ตารางที่ 2-1 ความรู้ 7 ประเภทในกรอบความคิด ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ปรับปรุงจาก Mishra and Koehler (2006) ดังนี้

ประเภทของความรู้	คำอธิบาย
ความรู้ด้านเนื้อหา Content Knowledge (CK)	ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาวิชาเฉพาะที่จะสอนรวมถึงความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักแนวคิด ทฤษฎี ภายในรายวิชานั้น ๆ
ความรู้ด้านวิธีสอน Pedagogical Knowledge (PK)	ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและแนวปฏิบัติในการสอน รวมทั้งการจัดการชั้นเรียน การพัฒนาแผนการสอน การประเมินผลผู้เรียนและความเข้าใจทฤษฎีทางสังคมและพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียน
ความรู้ด้านเทคโนโลยี Technological Knowledge (TK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีต่าง ๆ ตั้งแต่เทคโนโลยีต่ำ ๆ เช่น ดินสอ กระดาษ ไปจนถึงเทคโนโลยีดิจิทัล เช่น อินเทอร์เน็ต แอปพลิเคชัน วิดีโอ กระดานไวท์บอร์ดแบบโต้ตอบและโปรแกรมซอฟต์แวร์ต่าง ๆ เป็นต้น
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอน Pedagogical Content Knowledge (PCK)	ความรู้เกี่ยวกับแนวทางการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาเฉพาะและความสามารถในการจัดวิธีสอนให้เหมาะสมกับเนื้อหาและเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกเทคโนโลยี Technological Content Knowledge (TCK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีชนิดใดชนิดหนึ่งที่เหมาะกับเนื้อหาเฉพาะนั้น ๆ ตลอดจนวิธีการที่เทคโนโลยีมีอิทธิพลและการเปลี่ยนแปลงต่อลักษณะของเนื้อหาให้เข้าใจง่ายยิ่งขึ้น
ความรู้ด้านวิธีสอนผนวกเทคโนโลยี Technological Pedagogical Knowledge (TPK)	ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือทางเทคโนโลยีสำหรับงานในชั้นเรียนเฉพาะ เช่น การใช้เทคโนโลยีในการตรวจสอบการเข้าชั้นเรียน การตัดเกรด การวิเคราะห์ข้อมูล การใช้แอปพลิเคชันหรือเกมในการดึงดูดความสนใจของผู้เรียน เช่นเดียวกับวิธีการเครื่องมือทางเทคโนโลยีไปเปลี่ยนลักษณะของการเรียนการสอน
ความรู้ด้านเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)	ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี การสอนและเนื้อหาในด้านต่าง ๆ ในการบูรณาการเทคโนโลยีที่หลากหลายเข้าสู่การจัดการเรียนรู้สำหรับเนื้อหาที่สอน

2.3 ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.3.1 ความหมายของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

นักการศึกษา ได้ให้ความหมายของประเด็นทางสังคม ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้มากมายสามารถสรุปได้ดังนี้

ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง ประเด็นที่มีความสำคัญทางสังคม โดยมีวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐาน เป็นประเด็นที่ถกเถียงกันในสังคม อันเนื่องมาจากความแตกต่างด้านความคิดเห็น ความถูกต้องเหมาะสมของแนวคิดกระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์วิธีแก้ปัญหา มักเกี่ยวข้องกับค่านิยมการให้เหตุผลทางจริยธรรม โดยไม่มีทางออกหรือข้อสรุปของประเด็นที่ถูกต้องชัดเจน (Ratcliffe and Grace, 2003; Sadler, 2002)

การนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จึงเป็นหลักสูตรในโรงเรียนมัธยมศึกษาและโรงเรียนประถมศึกษาบางแห่งในประเทศอุตสาหกรรมโดยมี วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการรู้วิทยาศาสตร์และเพิ่มความตระหนักถึงผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อการเจริญเติบโตเศรษฐกิจ และในฐานะของพลเมือง กล่าวคือการเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบในกระบวนการตัดสินใจการเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นทางวิทยาศาสตร์ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีหรือสิ่งแวดล้อม ได้อย่างเหมาะสม การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จึงเป็นมิติทางสังคมที่มีแนวคิดเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในสังคมประชาธิปไตยที่เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชน ในขณะที่เดียวกันการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะเป็นประโยชน์อย่างมากในด้านการเรียนรู้เนื้อหากระบวนการธรรมชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างองค์ความรู้ทางสังคมการเมืองเศรษฐกิจและการพัฒนาคุณธรรมจริยธรรมให้กับนักเรียนอีกด้วย (Kolsto, 2001)

Tal and Kedmi (2006) กล่าวว่า ควรสนับสนุนให้นำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เช่น อาหารดัดแปลงพันธุกรรม เกษตรปลอดภัย เกษตรอินทรีย์ พลังงานนิวเคลียร์และกากนิวเคลียร์ งานวิจัยสเต็มเซลล์ การบำบัดด้วยยีน ความหลากหลายทางชีวภาพ และประเด็นอื่นๆที่สามารถพบเห็นผ่านสื่อต่างๆโดยคำนึงถึงบริบทของประชาชนในอนาคตเพื่อพัฒนาการเป็นพลเมืองที่มีความรับผิดชอบการเป็นผู้รู้วิทยาศาสตร์และการพัฒนาอย่างยั่งยืน ควบคู่กับการพัฒนาค่านิยม ความคิด ความเข้าใจและ

ทักษะในด้านต่างๆ ทั้งนี้เพื่อเตรียมความพร้อมสู่การเผชิญกับความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ในอนาคต

2.3.2 ลักษณะของการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ปรากฏผลลัพธ์ที่หลากหลาย เนื่องจากเป็นการรวมพลังให้เป็นหนึ่งโดยการนำนักเรียนเข้าสู่สถานการณ์เสมือนจริง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริบทที่ต้องใช้เหตุผล (Zeidler et al., 2005) โดยอาศัยการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในประเด็นทางสังคมที่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งจะช่วยพัฒนาคุณธรรมของนักเรียนผ่านมุมมองของนักเรียนเองและสังคมโดยมุมมองเหล่านี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มักเกี่ยวข้องกับประเด็นทางศีลธรรมที่ต้องตัดสินใจหรือการกำหนดกระทำจะเป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาในด้านที่นักเรียนไม่เคยได้รับการฝึกฝนจากการจัดการเรียนรู้ภายในห้องเรียนปกติ ถึงแม้จะมีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จำนวนมาก ซึ่งพบว่าการจัดการเรียนรู้ด้วยวิธีการดังกล่าวสามารถทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจแนวคิด อีกทั้งยังส่งเสริมให้นักเรียนมีทักษะในการให้เหตุผลอย่างเป็นทางการในขณะที่มีการจัดการเรียนรู้อื่นๆส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ด้านเนื้อหา (Kolsto et al., 2006)

นอกจากนี้การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ ยังได้รับการยอมรับจากนักการศึกษาและงานวิจัยในหลายประเทศ โดยลักษณะของประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ควรเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรมีข้อมูลสนับสนุนที่มากพอมีองค์ประกอบและถูกนำเสนอโดยอ้างอิงข้อเท็จจริง เป็นหลักเป็นข้อขัดแย้งหรือข้อถกเถียงที่ยังเกิดขึ้นในปัจจุบัน แสดงให้เห็นถึงธรรมชาติและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และต้องพิจารณาองค์ประกอบด้านจริยธรรม (Zeidler and Nicols, 2009)

ครูสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ได้หลากหลายลักษณะ (Lewis, 2003) ดังนี้

1. ครูควรสำรวจประเด็นที่น่าสนใจและเหมาะสมกับเนื้อหาวิทยาศาสตร์ที่ต้องการจัดการเรียนรู้ โดยค้นคว้าจากสื่อต่างๆ เช่น หนังสือพิมพ์วารสาร นิตยสาร และอินเทอร์เน็ต การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ร่วมกับการบรรยายการอภิปรายหรือการสืบเสาะหาความรู้

2. ครูควรนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์มาใช้เป็นตัวอย่าง หรือนำมาใช้ในการทำกิจกรรมต่างๆ เพื่อพัฒนาทักษะที่สำคัญให้เกิดขึ้นกับนักเรียน
3. การอภิปรายและการแสดงความคิดเห็น เป็นกระบวนการสำคัญของการเรียนรู้โดยครูควรทำหน้าที่เป็นผู้ให้คำแนะนำและชี้แนะแนวทางแก่นักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูล และทำงานให้สำเร็จตามที่ได้รับมอบหมาย
4. ระหว่างการอภิปรายครูควรให้การดูแลการอภิปราย เป็นไปในทิศทางที่เหมาะสม นักเรียนควรมีโอกาสได้ลงความเห็นตัดสินใจและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจของตนเกี่ยวกับประเด็นที่นำมาศึกษา
5. ครูควรประเมินผลจากกระบวนการได้มาซึ่งคำตอบคุณภาพของแหล่งข้อมูลความเป็นเหตุเป็นผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบการสรุป
 ดังนั้น การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์จึงควรมีขั้นตอนดังนี้
 1. ขั้นจุดประเด็น คือการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ ที่มีความสอดคล้องกับแนวคิดที่ต้องการจัดการเรียนรู้ มาใช้ในการรับความสนใจทั้งในขั้นนำเข้าสู่บทเรียนหรือขั้นสอนสร้างความสนใจโดยครูมีบทบาทกระตุ้นความอยากรู้อยากเห็นให้กับนักเรียนหรือตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิด
 2. ขั้นท้าทายความคิด คือ นักเรียนกำหนดประเด็นคำถามที่ตนเองสงสัยจากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์โดยประเด็นคำถามควรสอดคล้องและครอบคลุมกับแนวคิดที่จะจัดการเรียนรู้ หากนักเรียนกำหนดประเด็นคำถามไม่สอดคล้องและไม่ครอบคลุม ครูควรเข้ามา มีบทบาทในการกระตุ้น เพื่อดึงเอาคำถามที่ยังไม่ครอบคลุมแนวคิดหรือเนื้อหาที่จะจัดการเรียนรู้ในเวลาให้นักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ
 3. ขั้นวางแผนและค้นหา คือ นักเรียนวางแผน เพื่อสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หรือทำการทดลองเพื่อค้นหาคำตอบจากประเด็นคำถามที่ตนเองสงสัย ในขั้นนี้ครูควรให้เวลาที่เหมาะสม ชี้แนะแนวทางในการวางแผนและค้นหาคำตอบด้วย และหากเป็นการสืบค้นข้อมูลจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ ครูควรแนะนำแหล่งเรียนรู้ที่มีความน่าเชื่อถือให้กับนักเรียนด้วย นอกจากนี้ ครูควรส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันและทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

4. ขั้นเผชิญหน้าด้วยหลักฐาน คือ นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นจากแหล่งเรียนรู้ต่างๆ หรือข้อมูลที่ได้จากการทดลอง มาร่วมกันอภิปรายลงความเห็น โดยอาศัยข้อมูลหรือหลักฐานอ้างอิง แสดงความคิดเห็นและให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ เพื่อนำไปสู่การตอบประเด็นคำถามที่ตนเองสงสัย
5. ขั้นหาข้อสรุป คือ นักเรียนร่วมกันสรุปแนวคิดที่ได้จากกระบวนการจัดการเรียนรู้ โดยครูควรส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิด หรือให้คำจำกัดความด้วยคำพูดของตนเองร่วมกับการแสดงหลักฐานให้เหตุผลและคำอธิบายให้ชัดเจน

2.3.3 การประเมินผลการจัดการเรียนรู้

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้ทราบว่า การจัดการเรียนรู้สามารถทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ มากน้อยเพียงใด ในอดีตที่ผ่านมาการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ส่วนใหญ่ ให้ความสำคัญกับการใช้ข้อสอบ ซึ่งไม่สามารถสนองเจตนารมณ์การจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนคิด ลงมือปฏิบัติ ด้วยกระบวนการที่หลากหลายเพื่อสร้างองค์ความรู้ได้ ดังนั้น ครูจะต้องตระหนักว่าการจัดการเรียนรู้และการวัดประเมินผลเป็นกระบวนการเดียวกัน และจะต้องวางแผนไปพร้อมๆ กัน

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้จากบรรลุลผลตามเป้าหมายของการจัดการเรียนรู้ที่วางไว้ ควรมีแนวทางคือ การวัดและประเมินผลต้องครอบคลุมทั้งด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ ทักษะ และกระบวนการ เจตคติ คุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ รวมทั้งโอกาสในการเรียนรู้ ของนักเรียน โดยวิธีการวัดและประเมินผลต้องสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ต้องเก็บข้อมูลที่ได้จากการวัดและประเมินผลอย่างตรงไปตรงมา และต้องประเมินผลภายใต้ข้อมูลที่มีอยู่ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนต้องนำไปสู่การแปลผลและลงข้อสรุปที่สมเหตุสมผล มีความเที่ยงตรงและเป็นธรรม ทั้งในด้านของวิธีการวัดและโอกาสของการประเมิน (สสวท, 2546)

การวัดและประเมินผลจากสภาพจริงมีลักษณะสำคัญ คือ ใช้วิธีการประเมินกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ความสามารถในการปฏิบัติงาน ศักยภาพของนักเรียน ในด้านของผู้ผลิตและกระบวนการที่ได้ผลผลิตมากกว่าที่จะประเมินว่านักเรียนสามารถจำความรู้อะไรได้บ้าง การประเมินความสามารถของนักเรียนเพื่อวินิจฉัยนักเรียนทั้งในส่วนที่ควรส่งเสริม และส่วนที่ควรจะแก้ไขปรับปรุง เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาอย่างเต็มศักยภาพตามความสามารถ ความสนใจและความต้องการของแต่ละบุคคล เป็นการประเมินที่เปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมประเมินผลงานของทั้งตนเองและของเพื่อนร่วมห้องเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักตนเองเชื่อมั่นในตนเอง

สามารถพัฒนาตนเองได้ข้อมูลที่ได้จากการประเมินจะสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการจัดการเรียนรู้ การวางแผนการจัดการเรียนรู้ของครูว่าสามารถตอบสนองความสามารถความสนใจและความต้องการของนักเรียนแต่ละบุคคลได้หรือไม่ ประเมินความสามารถของนักเรียนในการถ่ายโอนการเรียนรู้ไปสู่ชีวิตจริงประเมินด้านต่างๆด้วยวิธีการที่หลากหลายในสถานการณ์ต่างๆอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การวัดและประเมินผลได้สะท้อนประสิทธิภาพของการจัดการเรียนรู้ของครูและความสามารถที่แท้จริงของนักเรียนผลการประเมินอาจจะได้มาจากแหล่งข้อมูลและวิธีการต่างๆ โดยการสังเกตการแสดงออกเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม ชิ้นงาน ผลงาน รายงาน การสัมภาษณ์ บันทึกของนักเรียน การประชุมปรึกษาหารือร่วมกัน บางนักเรียนและครู การวัดและประเมินผลภาคปฏิบัติ การวัดและประเมินผลด้านความสามารถ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้โดยใช้แฟ้มสะสมผลงาน

สมรรถนะและการประเมินสมรรถนะครู

สมรรถนะ หมายถึง ความสามารถของบุคคลในด้านความรู้ ความคิด ทักษะ และคุณลักษณะ คุณธรรมที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานให้บรรลุผลอย่างมีประสิทธิภาพ (สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา, 2548)

สมรรถนะครู หมายถึง ชุดของพฤติกรรมซึ่งหมายถึง ทักษะ (skills) ความรู้ (knowledge) ความสามารถ (abilities) และคุณลักษณะส่วนตัวของบุคคล (personal attributes) โดยแสดงออกในเชิงพฤติกรรมที่ส่งผลต่อความสำเร็จของงานและต่อความสำเร็จขององค์กร (UN, 2010) สมรรถนะครู จึงหมายถึง ทักษะ ความรู้ ความสามารถ และคุณลักษณะส่วนบุคคลของครู ที่นำไปสู่ความสำเร็จในวิชาชีพ ประกอบด้วยสมรรถนะ 9 ด้าน คือ ภาษาและเทคโนโลยีสำหรับครู การพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ จิตวิทยาสำหรับครู การวัดและประเมินผลการศึกษา การบริหารจัดการห้องเรียน การวิจัยทางการศึกษา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา และความเป็นครู โดยครูจะต้องมีสมรรถนะครบทุกด้าน

การประเมินสมรรถนะครู เป็นกระบวนการตัดสิน ดีค่าหาคุณภาพของความรู้ ความสามารถ ทักษะ เจตคติ และบุคลิกลักษณะของบุคคลที่แสดงออกทางพฤติกรรมการปฏิบัติงานสำหรับเป็นข้อมูลนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์ หรือมาตรฐานที่กำหนด เพื่อดำเนินการพัฒนาบุคคลให้สอดคล้องกับความต้องการ และเป้าหมายขององค์กร (สถาบันพัฒนาครู คณาจารย์และบุคลากรทางการศึกษา, 2548) การประเมินสมรรถนะครู จึงเป็นกระบวนการตัดสินคุณภาพของความรู้ ความสามารถ ทักษะ เจตคติ และบุคลิกลักษณะความเป็นครู ที่แสดงออกทางพฤติกรรมการปฏิบัติงานครูเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานวิชาชีพครูของคุรุสภา 9 ด้าน คือ ภาษาและเทคโนโลยีสำหรับครู การพัฒนาหลักสูตร การจัดการเรียนรู้ จิตวิทยาสำหรับครู การวัดและประเมินผลการศึกษา การบริหารจัดการ

ห้องเรียน การวิจัยทางการศึกษา นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศทางการศึกษา และความเป็นครู โดยครูจะต้องมีสมรรถนะครบทุกด้าน

สมรรถนะด้านความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะและการประเมิน

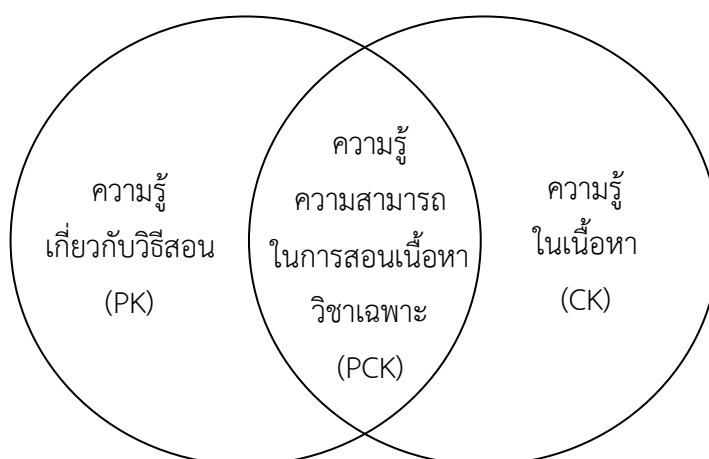
ความหมาย

ความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ หรือ Pedagogical Content Knowledge (PCK) หมายถึงความรู้ในเนื้อหา (Content knowledge: CK) และความรู้ในวิธีการสอน (Pedagogical knowledge: PK) และความสามารถในการบูรณาการความรู้ทั้งสองประเภทในการจัดการเรียนการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ดังภาพที่ 2.3 (Shulman, 1986) ซึ่ง Shulman (1987) ได้ให้ความหมายความรู้ดังกล่าวไว้ดังนี้

1. ความรู้ในเนื้อหา คือ ความรู้ในเนื้อหาวิชาเฉพาะที่ครูต้องมีและอยู่ในระดับที่เพียงพอในการสอน โดยความรู้เหล่านี้นอกจากจะได้มาจากการเรียนแล้ว ยังได้มาจากการพัฒนาตนเองอย่างสม่ำเสมอจากการอ่าน การเข้าร่วมสัมมนาวิชาการหรือเข้ารับการฝึกอบรม

2. ความรู้ในวิธีการสอน คือ ศาสตร์การสอนครอบคลุมความรู้เกี่ยวกับหลักสูตร จิตวิทยาการเรียนรู้ วิธีสอน เทคนิคการสอน การวัดและการประเมินผล การสร้างและใช้สื่อการสอน และกลวิธีการจัดการชั้นเรียน

ความรู้ทั้งสองอย่างนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด อาทิ การที่ครูจะวินิจฉัยแนวความคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง ครูต้องรู้จักเทคนิคการใช้คำถาม และต้องมีความรู้ในเนื้อหาอย่างลึกซึ้ง การสอนที่ดีครูต้องสามารถบูรณาการความรู้ในเนื้อหาและวิธีสอนอย่างเหมาะสม



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ

Shulman (1986) ได้นิยามไว้ว่า PCK คือ ลักษณะความรู้ที่ครูมีอยู่อันได้แก่ ความเข้าใจในเนื้อหา วิธีการสอนและทักษะในการนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบที่ทำให้นักเรียนเข้าใจได้ ซึ่งความรู้เหล่านี้ช่วยให้ครูสามารถสอนเด็กให้เกิดความเข้าใจอย่างมีความหมายได้

ต่อมา Smith และ Neale (1989) ได้ระบุว่า PCK มีองค์ประกอบหลัก 3 ประการ ได้แก่ ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอน และ ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา อีก 2 ปีต่อมา Cochran, King และ De Ruiter (1991) ได้เพิ่มเติมองค์ประกอบของ PCK อีกหนึ่งข้อคือ ความรู้เกี่ยวกับบริบทในการสอน เช่น ห้องเรียน สิ่งแวดล้อมของเด็ก เป็นต้น ให้เด็กเกิดการเรียนรู้ภายใต้ทรัพยากรที่มีอยู่ ยังมีนักศึกษามากมายที่เสนอแนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของ PCK แต่ก็พบว่ามีความสอดคล้องกัน โดยสรุป PCK มีองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ ความรู้เกี่ยวกับผู้เรียน ความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอน ความรู้เกี่ยวกับเนื้อหา ความรู้เกี่ยวกับบริบทในการสอน นักการศึกษาหลายคนมองว่าองค์ประกอบทั้งหมดมีความสัมพันธ์กัน โดยความรู้ในเนื้อหาวิชา (content knowledge) มีความสำคัญมากที่สุด เนื่องจากเป็นฐานของความรู้ในเรื่องอื่นๆ

ระดับของความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอน

1. General PCK หรือ เรียกว่าระดับทั่วไป ในระดับนี้จะกว้างที่สุด ซึ่งครูผู้สอนในกลุ่มสาระต่างๆ เช่น คณิตศาสตร์ ภาษาอังกฤษ วิทยาศาสตร์ ก็จะมีวิธีการสอนที่แตกต่างกัน
2. Domain Specific PCK เป็นระดับที่แคบลงมา ซึ่งครูผู้สอนในกลุ่มสาระเดียวกันแต่คนละสาระกันก็จะมีเทคนิควิธีสอนต่างกัน เช่น ครูวิทยาศาสตร์เหมือนกัน แต่สอนคนละวิชา อาทิ ครูเคมี ครูชีววิทยา ครูฟิสิกส์จะมีวิธีการสอนไม่เหมือนกัน
3. Topic Specific PCK เป็นระดับที่แคบที่สุด ซึ่งครูคนเดียวกันสอนสาระเดียวกัน แต่เมื่อต้องสอนต่างหัวข้อก็จะมีวิธีการสอนที่แตกต่างกัน อาทิ เรื่องปริมาณสารสัมพันธ์ และเรื่องธาตุและสารประกอบ ที่ครูใช้วิธีการสอนแตกต่างกัน

การประเมินความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ

วิธีการวัดและประเมินความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม (Baxter & Lederman, 1999) ได้แก่ กลุ่มที่ 1 แบบวัดและแบบสอบถาม กลุ่มที่ 2 แผนผังแนวคิด บัตรคำ รูปภาพ กลุ่มที่ 3 ใช้หลากหลายวิธีประกอบกัน

กลุ่มที่ 1 แบบวัดและแบบสอบถาม

เครื่องมือในกลุ่มนี้รวมมาตรวัดประเมินตนเองแบบ Likert แบบทดสอบหลายตัวเลือก การเขียนตอบสั้น ๆ ลักษณะร่วมของเครื่องมือในกลุ่มนี้ คือการใช้คำหรือข้อความซึ่งแสดงองค์ประกอบต่างๆ ของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ โดยนักวิจัยจะวัดความเข้าใจหรือการรับรู้คำหรือข้อความเหล่านั้นผ่านการรับรู้ของครู (Kromrey & Refrow, 1991) ข้อคำถามวัดกระบวนการสอนที่เหมาะสมกับธรรมชาติของเนื้อหาสาระ ข้อคำถามแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มได้แก่ กลุ่มที่ 1 วินิจฉัยความคลาดเคลื่อน วัดความสามารถของครูในการวินิจฉัยแนวคิดที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน กลุ่มที่ 2 การสื่อสารกับผู้เรียน วัดความสามารถของครูในการเลือกวิธีการสื่อสารที่เหมาะสมกับเด็กใน

สถานการณ์ที่กำหนด อาทิ เมื่อนักเรียนสับสน ครูควรทำอะไร กลุ่มที่ 3 การจัดลำดับการสอน วัดความสามารถของครูในการวางแผนการสอน อาทิ ยกตัวอย่างกิจกรรมที่ได้ผลและให้ครูอภิปรายเหตุผลเบื้องหลังความสำเร็จนั้น และกลุ่มที่ 4 คุณลักษณะของผู้เรียน วัดความสามารถของครูในการเลือกเนื้อหาได้เหมาะสมกับพัฒนาการทางสติปัญญาของผู้เรียน อาทิ ถามว่า เพราะเหตุใดครูจึงประสบปัญหาในการสอนการบวกและการลบกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 Kromrey และ Refrow ได้เห็นว่า การแบ่งกลุ่มข้อความดังกล่าวไม่ได้หมายความว่า องค์ประกอบต่าง ๆ ไม่มีความสัมพันธ์กัน ผู้วิจัยต้องการชี้ให้เห็นองค์ประกอบของความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะเท่านั้น เครื่องมือชิ้นนี้ได้ผ่านการตรวจสอบคุณภาพในด้านความยากและความเชื่อมั่น อย่างไรก็ตามยังไม่ได้ตรวจสอบคุณภาพในเรื่องความตรงเชิงโครงสร้าง ผู้วิจัยมองว่าการเขียน ข้อคำถามและการวิเคราะห์ข้อมูลทำได้ยาก ในการเขียน ผู้ออกข้อสอบต้องคิดสถานการณ์ในการสอน (instructional episode) เนื้อหาวิชาเฉพาะ และสร้างตัวลงให้มีความเป็นไปได้ นอกจากนี้สถานการณ์ที่ใช้ถูกทำให้ง่ายจนไม่สามารถสะท้อนความซับซ้อนของการจัดการเรียนรู้เท่าที่ควร เครื่องมือในกลุ่มนี้จึงไม่ค่อยได้ใช้แพร่หลายมากนักในการวิจัย

กลุ่มที่ 2 แผนผังแนวคิด บัตรคำ รูปภาพ

การเขียนแผนผังแนวคิดนั้น นักการศึกษาใช้แผนผังแนวคิดในการวัดโครงสร้างความรู้ (knowledge structure) โดยพิจารณาการใช้คำสำคัญและการเชื่อมโยงคำสำคัญเหล่านั้น โดยทั่วไป ผู้ประเมินให้ผู้ตอบระบุคำสำคัญหรือวลีเกี่ยวกับแนวคิดใดแนวคิดหนึ่ง หลังจากนั้นให้ผู้ตอบจัดกลุ่มคำสำคัญในลักษณะที่สื่อความหมาย หรืออาจให้ผู้ตอบวาดรูปหรือแสดงในรูปแบบแผนผัง การวาดแผนผังแนวคิดตั้งอยู่บนข้อตกลงพื้นฐานว่า แผนผังแนวคิดเป็นภาพสะท้อนการจัดข้อมูลความจำระยะยาว ส่วนการใช้บัตรคำ Shulman (1987) ศึกษาการใช้บัตรคำซึ่งดำเนินการสอนโดยนิสิตในการประเมินความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะ ผู้วิจัยแจกชุดบัตรคำซึ่งเขียนแนวคิด ความคิดหรือหลักการ ครูต้องจัดเรียงบัตรคำซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคำในบัตร การใช้บัตรคำมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเขียนแผนผังแนวคิด

นักการศึกษาได้วิจารณ์การประเมินความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะโดยแผนผังแนวคิดและการใช้บัตรคำว่าจำกัดการแสดงความคิดของครูมากเกินไป เนื่องด้วยรูปแบบที่เป็นไปได้ของการเขียนแผนผังหรือการลำดับบัตรคำมีจำกัด ได้แก่ ลำดับขั้น (Hierarchical) หรือ 2 มิติ (two dimensional) เท่านั้น ดังนั้นความคิดจึงถูกจำกัดด้วยวิธีในการนำเสนอ นอกจากนี้ข้อตกลงพื้นฐานที่ว่า แผนภาพที่แสดงออกมาสะท้อนการจัดข้อมูลในความทรงจำยังเป็นคำถามตามที่ Phillips (1983) พบว่า ครูสองคนที่เขียนแผนผังและลำดับบัตรคำเหมือนกัน แต่เมื่อสัมภาษณ์เชิงลึกพบว่า ครูทั้งสองมีความรู้ที่แตกต่างกัน

Morine-Dersheimer (1989) ใช้แผนผังแนวคิดเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างความรู้ของนิสิตนักศึกษาครูก่อนและหลังเรียนวิชาวิธีสอน พบว่า ครูมีอิสระในการคิดคำสำคัญและออกแบบรูปภาพ แผนผังแนวคิดหลังเรียนมีความซับซ้อนมากขึ้นทั้งคำสำคัญหลักและย่อย แสดงว่า ครูพัฒนา

ความเข้าใจเกี่ยวกับการวางแผนการสอน ผู้วิจัยได้เสนอแนะว่า แผนผังแนวคิดสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับที่เป็นประโยชน์กับครูได้

กลุ่มที่ 3 การใช้หลากหลายวิธีประกอบกัน

การประเมินความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะที่เป็นที่นิยมในงานวิจัยมากที่สุดคือ การใช้หลายวิธีประกอบกัน ได้แก่ การสัมภาษณ์ แผนผังแนวคิด การใช้วิดีโอทัศน์เพื่อกระตุ้นให้ครูระลึกถึงการสอนของตนเองและอภิปราย เป็นต้น การใช้วิธีการที่หลากหลาย (triangulation) ยังช่วยตรวจสอบยืนยันและทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องด้วย Smith และ Neale (1991) ได้ศึกษาความรู้ความสามารถในการสอนเนื้อหาวิชาเฉพาะของครูประจำการ ผู้วิจัยจัดการอบรมเชิงปฏิบัติการ ในการประเมินพฤติกรรมการสอน ผู้วิจัยบันทึกวิดีโอทัศน์การสอนของครูก่อนและระหว่างจัดฝึกอบรม นอกจากนั้นยังสัมภาษณ์และให้ครูเขียนอนุทินบันทึกการเรียนรู้ ผู้วิจัยใช้ข้อมูลจาก 3 แหล่งในการประเมินครู ผู้วิจัยถอดเทปและลงรหัส ผู้ตรวจอิสระสร้างข้อสรุปซึ่งบ่งชี้ลักษณะการสอนเพื่อปรับเปลี่ยนแนวคิดครอบคลุมด้านเนื้อหา บทบาทครู บทบาทนักเรียน วัสดุประกอบการเรียนและกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 เกษตรปลอดภัย

2.3.1 แนวคิดเกี่ยวกับเกษตรปลอดภัย

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการเลือกบริโภคอาหารที่ปลอดภัย และมีคุณภาพตามมาตรฐานความปลอดภัย ด้านอาหารจึงเป็นความต้องการของประชาชนในแต่ละประเทศและเป็นที่มาของระเบียบที่กำหนดขึ้น เพื่อปกป้องชีวิตและสุขภาพของผู้บริโภคของตนเอง โดยอ้างอิงมาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช ใช้ควบคุมสินค้าเกษตรและอาหารที่ผลิตภายในประเทศ และนำเข้าจากต่างประเทศ ประเทศไทยในฐานะเป็นผู้ผลิตสินค้าเกษตรที่สำคัญแห่งหนึ่งของโลกที่ผลิตอาหารเลี้ยงประชากรภายในประเทศแล้ว ยังเป็นผู้ส่งออกสินค้าเกษตรและอาหารในอันดับต้นของโลกด้วย แต่ที่ผ่านมาผลผลิตสินค้าเกษตรและอาหารโดยเฉพาะสินค้าเกษตรด้านพืช ยังไม่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค มีสารเคมีตกค้าง มีศัตรูพืชและจุลินทรีย์ปนเปื้อน คุณภาพความปลอดภัยของผลผลิตยังไม่เป็นไปตามมาตรฐานสากลและประเทศผู้นำเข้า เกษตรกรในฐานะผู้ผลิตยังไม่มีความรู้ทักษะและความชำนาญในการผลิตที่มีการควบคุมและต้องปฏิบัติตามมาตรฐานระบบการผลิตจึงมีความจำเป็นที่จะต้องพัฒนาเกษตรกรให้สามารถผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัย โดยส่งเสริมให้มีการผลิตสินค้าเกษตรด้านพืชตามระบบจัดการ หลักปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP) มาตรฐานเกษตรอินทรีย์ พร้อมกับการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ความรู้ข้อมูลการพัฒนาคุณภาพ

สินค้าเกษตรตามระบบการจัดการคุณภาพกำหนดหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเช่น อบต อบจ คณะกรรมการศูนย์บริการและถ่ายทอดเทคโนโลยีประจำตำบล และองค์กรเกษตรกร ต่างๆให้มีความรู้ความเข้าใจ และให้การสนับสนุนการดำเนินงานเมื่อเกษตรกรมีการดำเนินการอย่างแพร่หลาย ก็จะเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจและสังคมของประเทศโดยรวม

สินค้าเกษตรปลอดภัย หมายถึง ผลผลิตทางการเกษตร ทั้งไม้ผล พืชผัก พืชไร่ ที่เก็บเกี่ยวในระยะปลอดภัยจากสารเคมีและรวมถึงสินค้าปศุสัตว์ เช่น ไก่ หมู ไข่ สินค้าประมงจากฟาร์มที่ได้รับรองมาตรฐาน โดยมาตรฐานจะเป็นตัวกำหนดระเบียบหรือแนวทางปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่าง ค่องตัวสินค้าเกษตรวิธีและขั้นตอนการผลิต รวมถึงการดำเนินการเกี่ยวกับสุขลักษณะความปลอดภัยมาตรฐานจะต้องเกิดจากการรวมกันระหว่างผู้ผลิตและผู้บริโภค และถูกนำมาใช้เป็นบรรทัดฐานในการดำเนินการทางการผลิตสินค้านั้นๆ มาตรฐานสินค้าเกษตรมีองค์ประกอบทั้งส่วนที่เป็นมาตรฐานคุณภาพในเชิงคุณลักษณะ เช่น พันธุ์ ขนาด รูปร่าง สี รสชาติ ความสมบูรณ์ของ ผลผลิต เป็นต้น และมาตรฐานของความปลอดภัย เช่น ปลอดภัยจากสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างในผลผลิต หรือความปลอดภัยจากการปนเปื้อนสารเคมีหรือเชื้อโรคอื่น ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ ซึ่งรวมทั้งความปลอดภัยตลอดกระบวนการผลิตและระหว่างการขนส่งก่อนถึงผู้บริโภค

ดังนั้น เกษตรปลอดภัยหมายถึง การผลิตโดยยึดหลักการเกษตรที่ดีเหมาะสมระมัดระวังในการผลิตไม่ให้มีการปนเปื้อนจากสารพิษต่างๆ ผู้บริโภคมีความปลอดภัยเมื่อรับประทาน หรือบริโภค สินค้าเกษตรเหล่านั้น

2.4 แนวทางการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

2.1 แนวคิด และทฤษฎีการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Zeidler และคณะ (2005) กล่าวถึงประวัติของวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสังคม (STS) เกิดขึ้น ในปี 1970 ว่าเป็นแนวคิดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจด้านมิติทางสังคม ให้ความสำคัญกับข้อเท็จจริงพื้นฐาน, ทักษะและหลักการแบบดั้งเดิมของวิทยาศาสตร์ แต่ยังขาด การบูรณาการเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและบริบททางสังคมให้มีความหมายต่อผู้เรียน และพบว่ายังมีปัญหาด้านการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STS เพราะเป็นแนวคิดที่มีความหมายกว้างขวาง ส่งผลให้การจัดกิจกรรมและวิธีการในการจัดการเรียนรู้อย่างไม่ชัดเจนหรือไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในปี 1994 ได้มีการสนับสนุนให้ครูผู้สอนขับเคลื่อนหลักสูตรของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในรูปของ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคมและสิ่งแวดล้อม (STSE) ทำให้แนวคิดการสอน STS ชัดเจนมากยิ่งขึ้น แต่ยัง

ขาดการศึกษาด้านคุณธรรม (moral) และจริยธรรม (ethical) ของบุคคลโดยตรง อีกทั้งครูผู้สอนก็ไม่เห็นความแตกต่างของ 2 เทคนิคนี้ และปัญหาการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด STSE พบว่ายังขาดการศึกษาหรือการพัฒนาโดยใช้ทฤษฎีพื้นฐาน ในขณะที่ STS และ STSE ได้รับความนิยมนลดลงได้เกิดการพัฒนาการตัดสินใจในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (SSI) Zaidler และคณะ พบว่า ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่ชัดเจนมุ่งเน้นให้ผู้เรียนอภิปรายประเด็นที่โต้แย้งระหว่างวิทยาศาสตร์และจริยธรรม ซึ่งแตกต่างจากประเด็นอื่น เพราะเป็นปัญหาที่ซับซ้อน ต้องอาศัยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และคำนึงถึงหลักจริยธรรม โดยใช้หลักการของการรู้วิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (content knowledge or acquisition) ความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS understanding) และองค์ประกอบของคุณธรรมและจริยธรรม (appreciation for the moral and ethical components) (Sadler. 2004)

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้สรุปความหมายของ Socioscientific Issues ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ หมายถึง เป็นประเด็นที่กำลังถกเถียงกันในสังคมอันเนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิด กระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ (Sadler. 2002) ทั้งนี้เนื่องจากความกังวล และไม่แน่ใจในความปลอดภัยและผลกระทบของเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่อาจมีต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดการโต้แย้งทางความคิดขึ้นภายในสังคม ซึ่งในอนาคตประเด็นเช่นนี้มีแนวโน้มที่มากขึ้น พร้อม ๆ ไปด้วยความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว

ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม เป็นประเด็นปัญหาที่เกิดขึ้นในสังคมมีความสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม จึงต้องอาศัยความรู้ กระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ค่านิยม เหตุผลที่คำนึงถึงคุณธรรมจริยธรรม ในการตัดสินใจหรือเลือกแนวทางปฏิบัติ (Sadler และ Zeidler, 2005; Kolst และ others (2008) ; Ekroeg และคณะ. 2009) โดยเมื่อนำมาใช้ในการเรียนการสอน ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมเป็นหัวข้อที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์เพื่อต้องการให้นักเรียนสนใจในการสนทนา, การอภิปราย และการโต้แย้ง ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่พบได้ทั่วไป แต่เพิ่มองค์ประกอบด้านเหตุผลเชิงจริยธรรมหรือประเด็นด้านจริยธรรมในกระบวนการตัดสินใจแก้ไขปัญหา โดยมุ่งหวังว่าประเด็นดังกล่าวจะมีความหมายและสร้างความสนใจต่อผู้เรียน ในการหาหลักฐานตามเหตุผล, ความเข้าใจข้อมูลวิทยาศาสตร์ในบริบทต่างๆ (Sadler, 2004a ; Zeidler, 2003 อ้างอิงจาก Zeidler และ Nichols. 2009)

ประสาธ เนืองเฉลิม (255) ได้สรุปประเด็นทางสังคมในสถานะปัจจุบันที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน เช่น การโคลนนิ่ง (Cloning) เซลล์ต้นกำเนิด (Stem cell)

สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หรือจีเอ็มโอ (Genetically Modified Organism) ภาวะโลกร้อน (Global warming) หรือพลังงานทางเลือก (Alternative fuel) จะเห็นว่าประเด็นเหล่านี้เป็นประเด็นที่สามารถพบได้จากสื่อต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ หนังสือพิมพ์ นิตยสาร และวารสารต่าง ๆ ซึ่งประเด็นต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาข้างต้นล้วนเกี่ยวพันกับการรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้มนุษย์รู้จักคิดและตัดสินใจใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งการสอนตามแนวคิด Socioscientific ต้องประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ ดังนี้

ประการที่ 1 ความสามารถในการประเมินประนีประนอมและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แต่ละคนต้องมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ระดับหนึ่งหรือมีทักษะในการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่สัมพันธ์กับวิถีชีวิตจริง (Bingle and Gaskell.1994 ; Kolsto.2001)

ประการที่ 2 การมีส่วนร่วมทางสังคมและการเมืองต่อการนำวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ จำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน (Kolsto.2001; Zeidler and others. 2002)

ประการที่ 3 การตัดสินใจประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ต้องมีความซาบซึ้ง (Appreciation) ในคุณธรรมและจริยธรรมที่เกี่ยวข้องกับเรื่องดังกล่าว การพิจารณาคุณค่าของคุณธรรมและจริยธรรมไม่สามารถแยกออกจากวิทยาศาสตร์ได้ (Bingle and Gaskell.1994; Kolsto.2001; Zeidler and others. 2002)

ประเด็นทั้งสามอย่างดังกล่าวมาข้างต้นล้วนอาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ และความตระหนักในมิติด้านคุณธรรมจริยธรรม และนำไปสู่การการจัดหลักสูตรวิทยาศาสตร์ที่สอดคล้องกับสังคมนั้น ๆ

สรุปได้ว่า ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ คือประเด็นทางสังคมปัจจุบันและอนาคต สามารถคิดเป็นเหตุเป็นผลบนพื้นฐานของข้อมูลข่าวสารที่น่าเชื่อถือ วิพากษ์วิจารณ์และยอมรับความรู้ทางวิทยาศาสตร์โดยอาศัยกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สามารถแก้ไขปัญหาและตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและพิสูจน์ได้

2.1 วัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียนวิทยาศาสตร์

พินิจ ขำวงษ์ (2551) ได้สรุปวัตถุประสงค์ของการประยุกต์ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไว้ดังนี้ มีการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ไปใช้กับการศึกษาในทุกระดับตั้งแต่มัธยมศึกษาตอนต้นไปจนถึงระดับอุดมศึกษา (Sadler.2002) จุดมุ่งหมายหลักของการประยุกต์ใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการเรียนวิทยาศาสตร์ คือเป็นเครื่องมือที่ช่วยให้การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เป็นการเรียนรู้ที่มีความหมายและสอดคล้องกับชีวิตจริงของผู้เรียน (Sadler,Zeidler. 2003) โดยการค้นคว้าอภิปรายให้เหตุผลและตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็น

ที่นำมาศึกษาผลที่ได้รับตามมาคือการส่งเสริมและพัฒนาผู้เรียนให้สามารถรับมือและจัดการกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งมีผลต่อผู้เรียนเองทั้งในปัจจุบันและอนาคตเป็นประชากรที่มีคุณภาพความรับผิดชอบต่อสังคมและสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตจริงได้

2.2 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

Sadler และ Zeidler (2003 : unpagged) กล่าวว่า การเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ มักเกี่ยวข้องกับการอภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็น และการตัดสินใจลงความเห็นในท้ายที่สุด จึงเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนค้นคว้าหาความรู้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการอภิปรายให้เหตุผล สร้างความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ จึงเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเห็นความสัมพันธ์ที่ซับซ้อนระหว่างวิทยาศาสตร์ สังคมและมนุษย์ การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ประเด็นปัญหาทางวิทยาศาสตร์กับสังคม จะมุ่งประเด็นที่เกิดปัญหาในสังคมปัจจุบันและยังหาข้อสรุปไม่ได้ กำลังเป็นที่ถกเถียงกันในสังคม เนื่องมาจากความแตกต่างทางความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับความถูกต้อง ความเหมาะสมของแนวคิดกระบวนการและเทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ (Sadler. 2002) ที่มีสาเหตุมาจากความกังวลและไม่แน่ใจในความปลอดภัยและผลกระทบของเทคโนโลยี และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ที่อาจมีต่อชีวิต สังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดการโต้แย้งทางความคิดขึ้น Sadler และคณะ (2007 : 376) กล่าวว่า การสอนโดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่เป็นรูปแบบการสอนเชิงสืบเสาะแบบเปิด โครงสร้างซึ่งไม่มีรูปแบบโครงสร้างของปัญหาที่ชัดเจน (ไม่มีคำตอบที่ชัดเจน) และการหาคำตอบของปัญหานั้นยังคงดำเนินไปไม่มีที่สิ้นสุด เป็นปัญหาที่พบได้ในชีวิตประจำวัน นักเรียนสามารถเข้าใจได้ และอยู่ภายใต้สภาวะความเป็นไปได้ ภายใต้เงื่อนไขและหลักฐาน ซึ่งปัญหานั้นต้องไม่กำหนดให้ผู้เรียนรู้มาก่อน ยิ่งไปกว่านั้นนักเรียนต้องสามารถวางรูปแบบของคำตอบที่จะตอบได้ โดยคำถามที่ยกมาผู้เรียนต้องได้ใช้ความรู้ทางด้านสังคม และทางด้านวิทยาศาสตร์ผสมผสานกัน

Lin and Mintzes (2010) กล่าวว่ารูปแบบการเรียนแบบการใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการเรียนรูปแบบใหม่ที่มีรูปแบบการเรียนแบบผสมผสานที่สามารถทำได้หลายรูปแบบ (Reis and Galvao. 2009 : 1-24) ผู้สอนอาจใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ร่วมกับการบรรยาย การอภิปราย และการสืบเสาะหาความรู้ได้ เวลาที่ใช้ก็สามารถจัดได้หลากหลายตั้งแต่การสรุปประเด็นในคาบเรียนไปจนถึงการศึกษาตลอดรายวิชา เพื่อศึกษาประเด็นเพียงประเด็นเดียว เพื่อให้การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างการสอนโดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ที่น่าสนใจรูปแบบหนึ่ง คือ การศึกษาของ Lin และ Mintzes (2010 : 9-10) ที่ได้ทำการศึกษาการสอนโดยใช้ประเด็นปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับการใช้วิทยาศาสตร์ 2 ขั้นตอนคือ

ขั้นที่ 1 ประกอบด้วย กิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้ เพื่อใช้ประกอบการโต้แย้งในกิจกรรมเริ่มต้นนั้น ผู้สอนให้ผู้เรียนดูวิดีโอ เพื่อกระตุ้นความสนใจ จากนั้นผู้สอนได้บรรยายเกี่ยวกับรูปแบบการโต้แย้งพร้อมยกตัวอย่าง และใช้เวลาทั้งชั้นในการอภิปราย ชักถาม และการฝึกการสร้างการโต้แย้ง

ขั้นที่ 2 คือ ทำการเชื่อมโยงเข้าสู่ประเด็นสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ โดยการให้ข้อมูลเกี่ยวกับเรื่องที่จะนำมาโต้แย้ง เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานในเรื่องที่จะนำมาโต้แย้งได้ ซึ่งผู้สอนสามารถใช้วิธีการสอนได้หลากหลายวิธี เช่น การใช้คำถาม การจดบันทึก การบรรยาย การอภิปรายทั้งชั้น อภิปรายกลุ่มย่อย การค้นคว้าในห้องสมุด และบทบาทสมมติ ซึ่งเป็นการให้ผู้เรียนสมมติบทบาทของตนให้มีส่วนร่วมในปัญหานั้นๆ และมีกลุ่มผู้เรียนที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วยเพื่อทำการอภิปรายการโต้แย้ง

โดยสรุปแล้วการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์นั้นถือว่าการเรียนรู้ประเด็นที่เกิดจากปัญหาทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ที่ยังไม่สามารถหาข้อยุติได้ อาจเป็นเรื่องทางสังคมที่ปรากฏตามสื่อต่างๆ เนื่องจากหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ยังไม่สมบูรณ์ เป็นกระแสในสังคม โดยประเด็นเหล่านี้ต้องใช้ความรู้พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์มาช่วยในกระบวนการตัดสินใจ เพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหา โดยต้องยึดหลักศีลธรรมและจริยธรรม

1) ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์มีนักการศึกษาหลายท่านทั้งในและต่างประเทศได้ออกแบบขั้นตอนการสอนที่ใช้ตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในการสอน โดยผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

ประสาธ เนืองเฉลิม (2558) เสนอแนวทางการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ว่ามีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ค้นหาประเด็นสำคัญ โดยครูจะทำหน้าที่หาความรู้ใหม่ที่กำลังเป็นประเด็นโต้แย้งทางความคิดเห็นระหว่างวิทยาศาสตร์กับสังคม โดยอาจค้นหาจากอินเทอร์เน็ต วารสาร นิตยสาร หนังสือพิมพ์ หรืออาจนำประเด็นที่เกิดขึ้นจริงในสถานศึกษาหรือชุมชนท้องถิ่น และนักเรียนมีหน้าที่ติดตามข่าวสาร ประเด็นที่เกิดขึ้นในสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ จากแหล่งข้อมูลต่างๆ

ขั้นที่ 2 จัดกลุ่มและเรียงลำดับความสำคัญ โดยครูนำเสนอประเด็นต่างๆ เมื่อมีการค้นคว้าข้อมูลเพิ่มเติมแล้วจำเป็นต้องจัดกลุ่มความสำคัญของประเด็นปัญหา เรียงประเด็นที่สำคัญมากที่สุดไปหาน้อยที่สุดเพื่อคัดเลือกและตัดสินใจนำประเด็นสำคัญที่สุดมาให้นักเรียนศึกษา ร่วมกันวิพากษ์และหาทางออก นักเรียนทำหน้าที่ศึกษาประเด็นที่ครูนำเสนอโดยใช้กระบวนการอ่านคิด วิเคราะห์ การระบุใจความสำคัญของข้อมูล จำแนกความแตกต่างระหว่างข้อเท็จจริงและความเห็น

ขั้นที่ 3 วิเคราะห์ประเด็นเนื้อหา โดยครูจะวิเคราะห์ว่านักเรียนมีพื้นฐานความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาส่วนใดเพิ่มเติม เพื่อให้ให้นักเรียนฝึกคิดหาเหตุผลและสะท้อนผลความเข้าใจของตนเอง รู้อะไร และอยากรู้อะไรเพิ่มเติม นักเรียนทำหน้าที่จำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ยัง 모르เพื่อสืบค้นข้อมูลต่อไป โดยตั้งคำถาม ชักถามข้อสงสัยและการตอบคำถาม สนทนาและแสดงความคิดเห็น

ขั้นที่ 4 วางแผนแก้ไขประเด็นปัญหา โดยครูจะวิเคราะห์หาแนวทางแก้ไขปัญหเกี่ยวกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ซึ่งทำให้ครูฝึกหาแนวทางที่จะกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้กระบวนการคิดวิเคราะห์ คิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีวิจารณญาณ และคิดตัดสินใจ นักเรียนจะทำหน้าที่ตีความหมาย เพื่อประเมินคุณค่าและความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแหล่งข้อมูลที่มีอยู่ เปิดใจกว้าง สร้างมุมมองที่หลากหลายในการค้นหาข้อมูล

ขั้นที่ 5 จัดประสบการณ์การเรียนรู้ ครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวทางที่ได้วิเคราะห์ไว้ โดยกิจกรรมต้องประกอบด้วยองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการการคิดขั้นสูงและคุณธรรม จริยธรรมที่ต้องการส่งเสริม นักเรียนค้นคว้าข้อมูลเพื่อหาหลักฐานที่ใช้ในการคิดวิเคราะห์ แสดงการอภิปราย

โต้แย้ง แสดงความคิดเห็นและการตัดสินใจลงความเห็น หลักเกณฑ์ หรือหลักการทางวิทยาศาสตร์ ศึกษาเงื่อนไขที่เป็น และหาสาเหตุของทฤษฎีและการทำนาย

ขั้นที่ 6 ประเมินผล ครูประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนตามสภาพจริง ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยหลักฐานที่แสดงให้เห็นว่านักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ ผ่านการคิดขั้นสูงและมีการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ประกอบกับการพิจารณาประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ควบคู่ไปกับคุณธรรมและจริยธรรมที่แต่ละสังคมยอมรับ นักเรียนทำหน้าที่สรุปกรอบแนวคิดโดยใช้หลักบันและเหตุผล

Lewis (2003) ได้เสนอกระบวนการสอนและการเรียนรู้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การเตรียมตัวก่อนการสอน (preparation) ครูค้นคว้าสื่อต่าง ๆ ที่เหมาะสมกับประเด็นที่จะใช้กับเนื้อหาที่ต้องการสอน เช่น หนังสือพิมพ์ วารสาร นิตยสาร อินเทอร์เน็ต เมื่อรวบรวมข้อมูลได้จำนวนมากแล้ว ครูสามารถนำข้อมูลดังกล่าวไปใช้ประโยชน์ในการสร้างเป็นกรณีศึกษา (case studies) หรือการจัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (problem-based learning)

ขั้นที่ 2 การพัฒนาทักษะ (developing skills) ครูควรพัฒนาทักษะที่สำคัญให้กับนักเรียน โดยการแสดงให้เห็นกระบวนการเป็นตัวอย่าง (modeling the process) เพื่อให้นักเรียนปฏิบัติตาม หรือครูอาจเพิ่มความซับซ้อนในกิจกรรม เพื่อให้นักเรียนได้รับทักษะที่สำคัญจากประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (1) การอ่านอย่างรอบคอบ จับใจความ (2) การจำแนกความแตกต่างระหว่างข้อมูล ข้อเท็จจริงและความคิดเห็น (3) การจำแนกสิ่งที่รู้และสิ่งที่ไม่รู้ (4) การค้นคว้าหาแหล่งข้อมูล และประเมินความน่าเชื่อถือของแหล่งข้อมูล (5) ความเข้าใจในกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และการวิเคราะห์จุดอ่อนของการออกแบบการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ (6) การใช้ข้อมูลจำนวนมากในการโต้แย้ง

ขั้นที่ 3 การนำอภิปราย (leading the discussion) นักเรียนจำเป็นต้องทำความเข้าใจข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่ศึกษาเพื่อให้สามารถอภิปรายแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเด็นทางสังคมดังกล่าวได้อย่างมีประสิทธิภาพ ครูควรเตรียมพร้อมที่จะให้คำแนะนำ และชี้แนะแนวทางแก่นักเรียนในการค้นคว้าหาข้อมูลและทำงานให้สำเร็จดังที่ได้รับมอบหมาย ครูควรแสดงบทบาทในการดูแลการอภิปรายให้เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนมีอิสระในการแสดงความคิดเห็นอย่างเต็มที่ในแบบของตนเอง

ขั้นที่ 4 การประเมินผล (assessing the outcomes) ครูพัฒนาการประเมินผลตามวัตถุประสงค์และประสบการณ์ตรงของนักเรียน เพื่อให้เกิดแรงจูงใจ และทักษะการวิเคราะห์ และเนื่องจากประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ถูกต้องทั้งหมดหรือผิดทั้งหมดการสร้างเกณฑ์ในการประเมินนักเรียนจึงช่วยวิเคราะห์คุณภาพของความคิดเห็น ความเป็นเหตุผลของคำตอบหรือข้อสรุปและหลักฐานประกอบข้อสรุป ดังนั้น การประเมินผลจึงไม่ขึ้นอยู่กับมุมมองที่เหมือนหรือต่างจากครู แต่ขึ้นกับกระบวนการซึ่งการได้มาของคำตอบและคุณภาพของแหล่งข้อมูล Sadler et al. (2011) ได้พัฒนาขั้นการสอนประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม แต่ได้เสนอแนะให้ครูนำไปปรับใช้โดยไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเคร่งครัด ซึ่งประกอบด้วย 8 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 การแนะนำเรื่องหรือเนื้อหาวิชา (Topic/Subject Matter Introduction) ใช้เวลา 5 นาที เป็นขั้นนำเข้าสู่บทเรียนโดยสร้างความสนใจจากข่าวในนิตยสาร บทความ และโฆษณา หรืออาจนำเสนอวิดีโอของ ความขัดแย้งที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ภาพถ่าย แบบจำลอง สื่ออื่น ๆ ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

(1) ตระหนักในเนื้อหา เป็นขั้นกระตุ้นให้ทุกคนเกิดความสนใจในเนื้อหาเรื่องใหม่ (2) สำรวจความรู้ และให้รู้ล่วงหน้า (pre-conceptions) ในเนื้อหาที่จะเรียน ซึ่งการกำหนดวิธีการและคุณภาพของหัวข้อที่จะนำเสนอ ขึ้นกับจำนวนของนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการอภิปรายและการสนทนา

ขั้นที่ 2 ท้าทายความเชื่อหลัก (Challenging Core Beliefs) เป็นขั้นสร้างคำถามเพื่อเราให้ถกเถียงและอธิบายความเชื่อทั่วไป ความรู้ทั่วไป หรือโน้ตทัศน์คลาดเคลื่อนของนักเรียน ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

(1) สร้างรูปแบบพื้นฐานของความเชื่อหลัก

(2) ตอบสนองความเชื่อหลักจริยธรรมของตนเอง

(3) แบ่งกลุ่มตามความเชื่อหลักสำหรับกิจกรรม ครูควรเขียนคำถามที่อยู่ในบริบทของประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมไว้บนกระดาน เพื่อให้นักเรียนตรวจสอบคำถาม และ ประเมินระหว่างการอภิปราย

ขั้นที่ 3 การเรียนการสอนอย่างเป็นทางการ (Formal instruction) เป็นขั้นให้ความรู้และให้ข้อมูลเนื้อหาวิทยาศาสตร์เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการโต้แย้งและการเจรจา ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

(1) ใช้ความรู้ส่งเสริมการโต้แย้งและการเจรจาในกิจกรรมต่อไป

(2) ค้นพบว่าความรู้ใหม่ ชับซ้อนและมีความหมาย

(3) สามารถสร้างความเข้าใจในทัศน์ (conceptual understanding)

(4) นำมโนทัศน์ไปใช้ (transfer concepts) ในสถานการณ์ใหม่ ครูควรเน้นย้ำนักเรียนว่า ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สอนและวิธีการประยุกต์เป็นสิ่งจำเป็นและเป็นข้อมูลสำหรับกิจกรรมต่อไป

ขั้นที่ 4 กิจกรรมกลุ่ม (Group Activity) เป็นขั้นการพัฒนาความเข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องมีการ ตรวจสอบความรู้และหลักฐานของแต่ละบุคคล มีการเจรจาต่อรองกลุ่มย่อยโดยใช้หลักฐาน และการ นำเสนอความเข้าใจร่วมของกลุ่ม ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

(1) เกิดการค้นพบร่วมกันสร้างแสดงความรู้ และการนำเสนอสื่อ

(2) ตรวจสอบการประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานรายบุคคลและรายกลุ่ม

(3) ตรวจสอบความเข้าใจใหม่และมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ครูควรเขียนคำถามไว้บนกระดาน เน้นย้ำการนำเสนอกลุ่มว่า ไม่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดความขบขัน แต่ต้องการให้เกิดการสังเคราะห์ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพื่อสร้างข้อกล่าวอ้าง (claims made) และหาความสอดคล้องกัน และ หลักการตรวจสอบรายบุคคลและกลุ่มย่อยขึ้นอยู่กับความสำคัญในการพัฒนาและฝึกฝนทักษะการ ประเมินความน่าเชื่อถือและความถูกต้องของหลักฐาน การทำแบบฝึกหัดและการทดสอบเกี่ยวกับ วิทยาศาสตร์เป็นสิ่งสุดท้ายของขั้นตอน

ขั้นที่ 5 การพัฒนาคำถามตามบริบท (Develop Contextual Questions) เป็นขั้นที่ใช้มโนทัศน์ วิทยาศาสตร์พื้นฐานของเนื้อหาวิชา เพื่อแก้ไขมโนทัศน์คลาดเคลื่อน การนำเสนอประเด็นวิทยาศาสตร์ กับสังคมอีกครั้งต้องใช้ความขัดแย้งน้อยลง ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

(1) สืบสอบมโนทัศน์และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

(2) ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ (informal reasoning)

(3) ใช้ความรู้ใหม่เพื่อแก้ปัญหาในประเด็นที่ถกเถียงกันอยู่

(4) ประเมินความน่าเชื่อถือของหลักฐานและตัดสินใจ (informed decisions)

(5) ตรวจสอบอย่างเป็นทางการ

(6) ฝึกฝนด้านที่เรียนรายบุคคล

ขั้นที่ 6 ขั้นการอภิปรายในชั้นเรียน (Class Discussion) การสนทนาเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของ หลักฐาน และการให้ความสำคัญกับความรู้เฉพาะสำหรับการตัดสินใจอย่างไม่เป็นทางการ ขั้นนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

(1) ส่งเสริมทักษะการให้เหตุผล เพื่อคัดกรองมโนทัศน์และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

(2) ส่งเสริมทักษะการตัดสินใจ

(3) สะท้อนการใช้จริยธรรม และเติบโตมีอุปนิสัยที่พึงประสงค์ส่วนบุคคล

(4) เผชิญประเด็นปัญหาที่มีการโต้แย้งโดยใช้จริยธรรม

(5) พัฒนาความเข้าใจส่วนบุคคลและมีความเห็นที่อยู่บนหลักฐานที่เชื่อถือ ได้

(6) ขำขันในการเจรจาเกี่ยวกับประเด็นขัดแย้งทางจริยธรรม

- (7) เสริมสร้างการรู้วิทยาศาสตร์
- (8) พัฒนาทักษะทางปัญญา
- (9) ประยุกต์ใช้ความรู้อย่างชาญฉลาด

(10) นำความเข้าใจโมทัศน์ มาเป็นข้อกล่าวอ้างของตนเอง ควรมีการสอนอย่างเป็นทางการ ก่อนเพื่อให้นักเรียนมีโอกาสในการทำความเข้าใจความสัมพันธ์พื้นฐานการดำรงชีวิตของชุมชน และเข้าใจทัศนคติทางจริยธรรมร่วมสมัย การค้นหาทางอินเทอร์เน็ตก็เป็นเครื่องมือในการเข้าถึงข้อมูลและโมทัศน์จำนวนมากที่บางครั้งอาจถูกต้องหรือไม่ถูกต้องก็ได้

ขั้นที่ 7 ครูกล่าวเนื้อหาซ้ำ (Teacher Reiteration of Content/Subject Matter) เป็นขั้น ทบทวนเนื้อหาที่สำคัญ วัตถุประสงค์และความเกี่ยวข้องของความรู้เฉพาะ การประยุกต์เนื้อหาความรู้ การเจรจาของประเด็นร่วมสมัย เป็นขั้นสุดท้ายของการสอนและทำให้โมทัศน์ชัดเจน (Final Instruction and Clarification of Concepts) ครูจึงมีบทบาทในการยืนยันความเข้าใจวิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ครูควรดำเนินการอภิปรายต่อและแนะนำความรู้ ให้นักเรียนไปใช้ในวิชาอื่น ๆ ได้ ขั้นนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

- (1) จัดระเบียบความรู้ (innately organized)
- (2) รับรู้และเข้าใจความสัมพันธ์ของเนื้อหาอย่างมีความหมาย

ขั้นที่ 8 การวัดความรู้และการให้เหตุผล (Knowledge and Reasoning Assessments) เป็นขั้น การนำเสนอกลุ่ม การสร้างโปสเตอร์ การโต้แย้งหรือกิจกรรมการโต้แย้งที่ เลือกเรื่องทำรายงาน ทำ แบบทดสอบอัตนัยเพื่อวัดความรู้เนื้อหา ขั้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อให้นักเรียน

- (1) แสดงให้เห็นความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง

(2) กระตุ้นให้เกิดการปฏิบัติและส่งเสริมความเข้าใจโมทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ในโลกของ ความจริง ซึ่งการวัดความรู้เชิงประจักษ์ การประเมินผลงานของนักเรียนสามารถทำได้โดยการสอบ ข้อเขียนตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้หรือการประเมินการปฏิบัติ เพื่อให้สามารถครอบคลุมการวัด ความสามารถในการพัฒนาความเข้าใจของเนื้อหาได้ การประเมินนักเรียน ควรรวมการวัดความ ตระหนักของความรู้เชิงเนื้อหา การกำหนดการวัดที่ดี ควรมีการสอบครั้งสุดท้ายและให้นักเรียนได้ เผชิญกับประเด็นขัดแย้งทางวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่ต้องใช้ความเข้าใจข้อมูลเชิงประจักษ์ และทักษะ การให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการ และทักษะการให้เหตุผลเชิงจริยธรรม

จากการรวบรวมขั้นการจัดการเรียนสอนตามแนวประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ขั้นสอนที่ นักการศึกษาได้ออกแบบ มีลักษณะเด่นแตกต่างกัน ประสาท เนืองเฉลิม (2558) และ Lewis (2003) จะเน้นบทบาทของครูในการเตรียมตัวในการใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม แต่จะเห็นว่า นัก การศึกษาทั้ง 2 ท่าน เริ่มขั้นแรกด้วยการนำประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่เป็นประเด็นในปัจจุบัน และมีความน่าสนใจจากสื่อต่าง ๆ มีขั้นการให้ความรู้ อภิปรายร่วมกัน และการวัดและประเมินผล คุณภาพของความคิดเห็น ซึ่งเมื่อวิเคราะห์ขั้นการสอนที่พัฒนาโดย Lewis (2003) พบว่า มีความ

แตกต่างจากชั้นการสอนของท่านอื่นคือ ชั้นการเรียนการสอนอย่างเป็นทางการ ชั้นการพัฒนาคำถามตามบริบท รวมทั้งมีชั้นกิจกรรมกลุ่มและการอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งแยกกันอย่างชัดเจนกว่าชั้นการสอนของนักการศึกษาท่านอื่น และเป็นชั้นที่น่าจะสามารถส่งเสริมให้เกิดความสามารถในการโต้แย้งได้

2.3 การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ให้ประสบความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

การใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จะประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับทางเลือกประเด็นที่นำมาใช้ ดังนั้น (Lewis.2003) จึงได้ให้ข้อเสนอแนะในการเลือกประเด็นไว้ดังนี้

- 1) ควรเลือกประเด็นที่เป็นปัจจุบัน เป็นที่สนใจของผู้เรียนและมีผลกระทบต่อผู้เรียน จะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนในการค้นคว้าและอภิปรายแสดงความคิดเห็น ซึ่งถ้าเป็นประเด็นพบได้สื่อสารมวลชนแขนงต่าง ๆ ข่าว สารคดี นิตยสารหรือวารสารทางวิชาการจะช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากยิ่งขึ้น
- 2) ควรเลือกประเด็นที่มีความเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างชัดเจน และจะเป็นประโยชน์มากขึ้นถ้าประเด็นดังกล่าวเกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่หลากหลาย
- 3) เป็นประเด็นยังไม่มีคำตอบหรือทางออกที่ชัดเจนและข้อมูลที่มีอยู่ และยังทำให้นักเรียนเข้าใจว่าไม่จำเป็นต้องมีคำตอบที่ถูกต้องเสมอไป แต่เป็นคำตอบหรือทางออกที่ดีและเหมาะสมที่สุดซึ่งได้จากข้อมูลและหลักฐานที่มีอยู่
- 4) เป็นประเด็นที่เกี่ยวข้องหรือผลกระทบในหลายด้าน ได้แก่ ด้านสังคม เศรษฐกิจและการเมือง เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเห็นความเกี่ยวข้องและผลกระทบของการพัฒนาเปลี่ยนแปลงทางวิทยาศาสตร์ที่มีต่อชีวิตและสังคม (พินิจ ขำวงศ์. 2551: 4)

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เป็นการนำประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ และเป็นประเด็นที่ถกเถียงกัน อันเกิดจากความเห็นที่ไม่ตรงกัน เกี่ยวกับแนวความคิด วิธีการหรือความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีนำมาเป็นประเด็นทางการเรียนการสอนและเชื่อมโยงเข้าเนื้อหาบทเรียน นักเรียนร่วมกันอภิปรายถึงประโยชน์และโทษของบทเรียนนั้น

2.4 ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาการเรียนรู้

การพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนนั้นมีหลากหลายประเด็น ผู้วิจัยจะนำเสนอต่อไปนี้

- 1) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมกับการพัฒนาความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ (Scientific Literacy) ซึ่งเป็นสมรรถนะหนึ่งที่โครงการ PISA ใช้ในการประเมินคุณภาพการศึกษา โดยศึกษาว่าระบบการศึกษาของแต่ละประเทศได้เตรียมความพร้อมให้กับประชาชนสำหรับการใช้ชีวิตและการมีส่วนร่วมร่วมกับสังคมในอนาคตเพียงพอหรือไม่ เน้นประเมินความรู้เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์และการใช้ความรู้ใน

การระบุประเด็นปัญหาเพื่อหาความรู้ใหม่ อธิบายปรากฏการณ์ และตัดสินใจเรื่องที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์บนพื้นฐานของประจักษ์พยานทางวิทยาศาสตร์ มีความเข้าใจในลักษณะพิเศษของวิทยาศาสตร์ซึ่งเป็นรูปแบบหนึ่งของการหาความรู้ของมนุษย์ตระหนักว่าวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีช่วยทำให้เกิดสิ่งใหม่ตลอดจนทำให้เกิดสิ่งแวดล้อมทางปัญญาและวัฒนธรรมใหม่ของมนุษย์ได้อย่างไร รวมทั้งความตั้งใจและความเต็มใจที่จะมีส่วนร่วมในงานวิทยาศาสตร์และมีความคิดทางวิทยาศาสตร์อย่างพลเมืองที่มีความรับผิดชอบ (สำนักนโยบายด้านการศึกษามหาภาค สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2554) Sadler and Zeidler (2009) พบความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์และสังคมและPISA อยู่ 4 ประการ ดังนี้

1.1) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและการรู้วิทยาศาสตร์ อาศัยความรู้ทางวิทยาศาสตร์เพื่อระบุปัญหา ค้นหาความรู้ อาศัยหลักฐานและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่ออธิบายปรากฏการณ์/ประเด็นต่าง ๆ ด้วยวิทยาศาสตร์

1.2) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และการรู้วิทยาศาสตร์เป็นการตรวจสอบความรู้ กระบวนการหาความรู้ รูปแบบของวิทยาศาสตร์ โดยบูรณาการกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)

1.3) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม และการรู้วิทยาศาสตร์ ตระหนักถึงองค์ประกอบของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การดูแลสิ่งแวดล้อมอย่างชาญฉลาด การรู้คุณค่าระหว่างวิทยาศาสตร์และการจัดการวิทยาศาสตร์ในสังคม

1.4) ตระหนักถึงความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับประเด็นต่างๆ กระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจในประเด็นต่างๆที่เกิดขึ้นในสังคมและเตรียมพร้อมในการเป็นพลเมืองในสังคม

2) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผล (Argumentation Skill)

จากการศึกษาพบว่างานวิจัยส่วนหนึ่งนำ SSI มาใช้ในการพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและจากการวิจัยพบว่า การสอนที่ชัดเจนในทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลสามารถสร้างผลเชิงบวกต่อการเรียนรู้ ผลสัมฤทธิ์ที่สูงขึ้นระหว่างการสอนที่ประสบความสำเร็จอย่างสูงปรากฏว่าการเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับทั้งเป้าหมายของประเด็นและวิธีการโต้แย้งที่เหมาะสม เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความรอบรู้ในทักษะการโต้แย้งประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Lin and Mintzes. 2010) Venville และ Dawson(2010) สรุปว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยการโต้แย้งตามแนวคิดประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ช่วยฝึกฝนให้ผู้เรียนการจัดการกับประเด็นโต้แย้งอย่างชัดเจน ส่งผลให้นักเรียนพัฒนาทักษะการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ในเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในสังคม

3) ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม: การตัดสินใจทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (Decision making) และธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)

SSI มีจุดเน้นในการจัดเตรียมโอกาสให้นักเรียนสะท้อนผล, ประเมินข้อขัดแย้ง, วิเคราะห์หลักฐาน การอภิปรายข้อเท็จจริง การทดลอง การคิดสร้างสรรค์ การใช้หลักฐาน วัฒนธรรมดั้งเดิม ฯลฯ และมีมุมมองในจริยธรรม วิธีการดังกล่าวนำมาซึ่งหลักการธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (NOS)

Zeidler และคณะ รายงานการวิจัยว่า SSI ช่วยส่งเสริมการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ (reflective judgment) ซึ่งต้องใช้การพิจารณาที่หลากหลายทาง เท่ากับเป็นการช่วยพัฒนาความเข้าใจธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (Zeidler and others. 2009) ความสัมพันธ์ระหว่างการตัดสินใจทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมกับ NOS พบจากการสรุปของ Zeidler ปี 2002 ว่านักเรียนมีแนวโน้มที่จะแยกหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ออกจากข้อมูลเพื่อใช้ในการตัดสินใจ และการสนับสนุนจากงานวิจัยของ Sadler ปี 2004 ที่พบว่า SSI ทำให้นักเรียนพิจารณาอิทธิพลของสังคมในการตัดสินใจทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม Bell และ Lederman ปี 2003 วิจัยความสัมพันธ์ระหว่างการตัดสินใจทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและ NOS โดยการทดลองจากความเชื่อและความเห็นของอาจารย์มหาวิทยาลัยที่จบการศึกษาระดับปริญญาเอกซึ่งทำงานทั้งที่เกี่ยวข้องและไม่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ แยกกลุ่มตัวอย่างออกเป็นสองกลุ่มตามแนวคิดของ NOS และเปรียบเทียบการตัดสินใจ พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจและรูปแบบการให้เหตุผลจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจของกลุ่มตัวอย่าง เป็นการสนับสนุนแนวคิดที่ว่ากรณี NOS ที่ต่างกัน ส่งผลให้เกิดการตัดสินใจทางประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่แตกต่างกัน (Sadler. 2004) สุริพรย์ แก้วเมืองมูล (2551) ได้พัฒนาหลักสูตรสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมเรื่องพันธุศาสตร์ที่เน้นการส่งเสริมความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม เพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจเรื่องพันธุศาสตร์ของนักเรียนและเพื่อส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการประยุกต์ความรู้ทางพันธุศาสตร์มาใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม พบว่า ภายหลังจากการจัดการเรียนรู้ตามหลักสูตรนักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมสูงกว่าคะแนนจุดตัดของแบบทดสอบความสามารถในการตัดสินใจเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4) ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม กับความคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking)

การคิดอย่างมีวิจารณญาณ (Critical Thinking) หมายถึง การคิดหาเหตุผลและสะท้อนผล เพื่อที่จะตัดสินใจว่าจะเชื่อหรือไม่เชื่อ จะปฏิบัติตามหรือไม่ปฏิบัติตาม ผู้ที่มีความคิดอย่างมีวิจารณญาณ สามารถคิดแยกแยะ ได้แย้งถกเถียง สนับสนุนความคิดตนเองอย่างรอบคอบ หาหลักฐานมายืนยันความคิดของตนเองจนกระทั่งได้ข้อสรุป ดังนั้นเป้าหมายของการสอนคิดอย่างมีวิจารณญาณ เพื่อพัฒนาให้นักเรียนคิดอย่างยุติธรรมมีเป้าหมายที่ชัดเจนและถูกต้อง (อุปทอง กว้าง สวาสดี. 2552) การนำประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมาจัดการเรียนรู้ช่วยให้ผู้เรียนมีการสนทนาและอภิปราย รวมถึงพัฒนาทักษะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการคิดอย่างมีวิจารณญาณ ทักษะการคิดแกน เช่น การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดเชิงวิเคราะห์ การอนุมานการวัดและประเมินผล การตีความและการควบคุมตนเอง ซึ่งเป็นทักษะที่ได้รับการส่งเสริมการจัดการเรียนรู้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จึงสามารถสร้างผู้เรียน เป็นบุคคลที่แสวงหาความจริง, เปิดใจกว้าง, วิเคราะห์, มีการทำงานที่เป็นระบบ มีเหตุผล รอบคอบและมีความมั่นใจมากขึ้นในเหตุผลของตน (Zeidler และNichols. 2009) กมลรัตน์

ฉิมพาลี (2554) พบว่า นักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม มีค่าเฉลี่ยหลังเรียนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การคิดอย่างมีวิจารณญาณ โดยรวมและรายด้าน 4 ด้าน คือ การอ้างอิง การกำหนดข้อสันนิษฐาน การตีความ และการประเมินข้อโต้แย้ง ความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์ โดยรวมและรายด้าน 2 ด้าน คือ สมรรถนะทางวิทยาศาสตร์และเจตคติต่อวิทยาศาสตร์และเหตุผลเชิงจริยธรรม สูงกว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้แบบสืบเสาะ 7 ชั้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < .01$) นอกจากนี้ทักษะการคิดอย่างมีวิจารณญาณจะช่วยพัฒนาศักยภาพและพัฒนาการแก้ปัญหา (Solving Problem) ของผู้เรียนอีกด้วย (สุรพล พหลภาคย์. 2549)

5) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมกับเหตุผลเชิงจริยธรรม (Ethic reason)

สิ่งที่ทำให้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม (SSI) แตกต่างจาก STS และ STSE คือ การศึกษาจริยธรรมในบุคคลและการใช้เหตุผลเชิงจริยธรรม Sadler (2004) ได้สรุปว่าประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมว่า เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่คำนึงถึงมิติทางจริยธรรมของวิทยาศาสตร์ เหตุผลเชิงจริยธรรมในการตัดสินใจ เนื่องจากการศึกษางานวิจัยดังนี้ Zeidler and Schafer (1984) พบว่านักเรียนที่เรียนด้วยการเรียนรู้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม จะใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมในการตัดสินใจ ประเด็นปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม Fleming (1986) พบว่านักเรียนมากกว่า 70% ใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมในการแก้ประเด็นปัญหา Pedretti (1999) นักเรียนมากกว่า 50% จะพูดถึงจริยธรรมในการตัดสินใจและพิสูจน์ประเด็นต่างๆ Bell และ Lederman's (2003) 85% ของนักเรียนคำนึงถึงคุณธรรม จริยธรรมและค่านิยม ในการศึกษาประเด็นต่างๆ Sadler (2003) พบว่าความรู้สึกด้านจริยธรรมมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจในประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม Sadler และ Zeidler (2003) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จะกระตุ้นให้นักเรียนใช้เหตุผลเชิงจริยธรรมเป็นหลักการมาใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งยืนยันให้เห็นว่า ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมจะต้องคำนึงคุณธรรมและจริยธรรมในการตัดสินใจ งานวิจัยของกมลรัตน์ ฉิมพาลี (2554) สรุปว่านักเรียนที่เรียนโดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดประเด็นทางวิทยาศาสตร์กับสังคม มีเหตุผลเชิงจริยธรรมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

6) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและการให้เหตุผลไม่เป็นทางการ (Informal Reasoning)

การโต้แย้งประเด็นปัญหาของกลุ่มบุคคลเพื่อแก้ปัญหาที่ซับซ้อนทั่วไป จะมีการให้เหตุผลอย่างไม่เป็นทางการเกิดขึ้น แสดงถึงเป็นการตอบสนองต่อประเด็นและการประเมินประเด็นของแต่ละบุคคล แต่ขาดความชัดเจนในการแก้ปัญหา ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมที่ใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบโต้แย้ง จึงเป็นวิธีสอนที่นำเหตุผลไม่เป็นทางการหรือทักษะการคิดจะสามารถประยุกต์ใช้ในห้องเรียนวิทยาศาสตร์ เพื่อเตรียมพร้อมให้ผู้เรียนได้ฝึกการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ฝึกการให้เหตุผล แสดงความคิดเห็น และสามารถแสดงเหตุผลไม่เป็นทางการเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจริงที่จะพบได้ในชีวิตประจำวัน ทักษะดังกล่าวทำให้นักเรียนเกิดความรู้วิทยาศาสตร์เพื่อใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับโต้แย้งในประเด็นต่างๆ (Wu และ Tsai. 2007)

6) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและความคิดเห็นของบุคคล (personal narrative)

ความคิดเห็นส่วนบุคคลคือเครื่องมือที่จำเป็นในการลดช่องว่างระหว่างความรู้เฉพาะและประสบการณ์ส่วนตัว เมื่อมีการโต้แย้งในประเด็นต่างๆการมีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นส่วนบุคคลจะทำให้กลุ่มคนที่โต้แย้งได้รับรู้ถึงความคิดของสมาชิก เป้าหมายแท้จริงของความคิดเห็นส่วนบุคคลประกอบด้วย 3 ส่วนคือ สถานการณ์- ผลที่เกิด-ปฏิกิริยา (situation-event-reaction) การส่งเสริมความคิดเห็นส่วนบุคคลในหลักสูตรวิทยาศาสตร์พื้นฐาน จะเลือกปัญหาที่ต้องใช้กรอบงานของวิทยาศาสตร์ในการค้นหาคำตอบ การสอนประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม จะเป็นแนวทางสร้างประสบการณ์ในการโต้แย้งในกลุ่มบุคคล สร้างโอกาสให้แสดงความคิดเห็นส่วนบุคคลในการสะท้อนนโยบายสาธารณะ และจัดเตรียมหลักฐานเบื้องต้นในประเด็นที่ต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนทำหน้าที่พื้นฐานของพลเมืองในสังคมนั้น (Levinson. 2008)

7) ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมและการพัฒนาการคิดใคร่ครวญ (Advancing Reflective Judgment)

การตัดสินใจอย่างใคร่ครวญมีความสัมพันธ์กับรูปแบบการให้เหตุผลเพื่อใช้สนับสนุนแนวทางการแก้ปัญหา ในการวิจัยของ Zeidler กำหนดการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญออกเป็น 6 ขั้น ดังนี้ ขั้นที่ 1-3 ก่อนการตัดสินใจ (pre-reflective stages) ในขั้นนี้ นักเรียนสามารถอ้างอิงความรู้ที่เชื่อว่ามีคุณสมบัติของผู้อื่นได้ เช่น นักการเมือง, ครู, นักวิทยาศาสตร์, หรือนักศาสนา โดยไม่มีการตรวจสอบ/ทดลองหรือยืนยันในข้อเท็จจริง ซึ่งอาจไม่สอดคล้องกับความคิดทั่วไปอาจจะใช้หลักฐานอื่นในการอ้างอิง ขั้นที่ 4 และ 5 ขั้นระหว่างการตัดสินใจ (quasi-reflective stages) เป็นการตัดสินใจที่ไม่ใช่เพียงผู้เชี่ยวชาญเพียงอย่างเดียวหรือคนเดียว นักเรียนมีแนวโน้มที่จะเชื่อในเหตุผลที่มีแสดงหลักฐานและรูปแบบที่เหมาะสมกับความเชื่อ มากกว่าจะหาหลักฐานมาอ้างอิงความเชื่อนั้น นักเรียนสามารถตรวจสอบหลักฐานจากมุมมองที่หลากหลาย แต่ยังไม่สามารถใช้การคิดอย่างมีวิจารณญาณในการแปลความหมายของข้อมูลขั้นที่ 6 และ 7 (mature reflective thought) คือขั้นการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ จะสูงกว่าความรู้/หลักการขั้นพื้นฐาน อาศัยหลักฐานกับความรู้เดิมที่จะสร้างความรู้ใหม่ ขึ้นอยู่กับการประเมินหลักฐานด้วยเกณฑ์ของการโต้แย้งด้วยหลักฐาน (มีหลักการที่ชัดเจน, ความเชื่อภายใน, ระดับความเหมาะสมของข้อมูล, ประโยชน์, การยอมรับเหตุผลของผู้อื่น) เกณฑ์เหล่านี้จะประกอบด้วยธรรมชาติของการรู้วิทยาศาสตร์ การคิดใคร่ครวญ จะสังเกตจากผู้เชี่ยวชาญที่มีศักยภาพในการแก้ปัญหา (ผู้เชี่ยวชาญเป็นค่าจะแตกต่างจากผู้เชี่ยวชาญในขั้นที่ 1-3 เพราะเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้าน ในขณะที่ขั้นนี้จะเป็นผู้เชี่ยวชาญที่สามารถสร้างความรู้ใหม่) ผู้เรียนจะเข้าใจว่าความรู้เปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีหลักฐานที่ดีกว่า ในขั้นนี้ นักเรียนจะพบหลักฐานและความรู้จากหลากหลายแหล่งเรียนรู้ เพื่อใช้วิเคราะห์ข้อโต้แย้ง (ขั้น 1-3 จะคิดสัมพันธ์กับความรู้และมาตรฐานในการตัดสินใจ) ผลการวิจัย พบว่านักเรียนต้องการโอกาสในการพัฒนาความสามารถด้านการใช้เหตุผลเพื่อตัดสินใจได้เพิ่มขึ้น โดยใช้หลักฐานในการสนับสนุนการตัดสินใจนั้น การพัฒนาหลักสูตรเต็มเวลา 1 ปี ปรากฏว่านักเรียนมีพัฒนาการการแสดงการโต้แย้งอย่างมีเหตุผลและการให้เหตุผลที่อ้างอิงจากหลักฐาน เป็นสิ่งที่แสดงถึงการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญในขั้นที่สูงขึ้น (Zeidler and others. 2009)

8) ทศนคติของนักเรียน (Students' attitudes towards science) ต่อประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม

ทัศนคติมีผลต่อพฤติกรรมของมนุษย์ สามารถที่จะอธิบายความรู้สึกเชิงลบและเชิงบวกของบุคคล ทัศนคติต่อวิทยาศาสตร์คือ ความรู้สึก ความเชื่อและคุณค่าที่ยึดถือในวิทยาศาสตร์ โรงเรียนวิทยาศาสตร์ และผลกระทบของวิทยาศาสตร์ต่อสังคมหรือนักวิทยาศาสตร์ ทัศนคติของนักเรียน (Students' attitudes towards science) ต่อประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม คือทัศนคติต่อประเด็นโต้แย้งที่มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างวิทยาศาสตร์และสังคม รวมถึงการโต้แย้งของบุคคลในชีวิตประจำวันด้วย Topcu (2010) ได้ทำการวิจัยทัศนคติของผู้เรียนต่อประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม(ATSIS) 3 ด้าน ดังนี้ 1. ความชอบต่อ SSI (Liking of SSI) 2. ความกังวลต่อ SSI (Anxiety towards SSI) 3. ประโยชน์ของ SSI (Usefulness of SSI) 4. ความสนใจใน SSI (Interest of SSI) ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีทัศนคติเชิงบวก โดยมีความสนใจและพอใจกับ SSI รู้สึกว่าสามารถนำ SSI ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีข้อเสนอแนะว่าควรนำ SSI ไปบูรณาการกับการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะ SSI มีความสำคัญในการส่งเสริมการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

9) สรุปประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมกับการพัฒนาความสามารถของผู้เรียนด้านต่าง ๆ แนวคิดในการสอนวิทยาศาสตร์ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการรู้วิทยาศาสตร์และเต็มเต็มธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ให้สอดคล้องกับประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมในวิถีชีวิต มีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้และส่งเสริมให้เกิดการคิดขั้นสูง โดยใช้วิธีการเรียนการสอนที่ลดความรู้สึกแบ่งแยกระหว่างวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง การสอนจึงควรมีวิธีที่หลากหลายและใช้การประเมินตามสภาพจริง จึงจะถือว่าเป็นวิทยาศาสตร์เพื่อนักเรียน การสอนโดยใช้ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมทำให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างเป้าหมายของการศึกษาวิทยาศาสตร์และเต็มเต็มการคิดขั้นสูง, ทักษะการอภิปราย, การโต้แย้งทางวิทยาศาสตร์, การสืบเสาะ และความเข้าใจในธรรมชาติของวิทยาศาสตร์ (ประสาธ เนืองเฉลิม. 2010) Rundgren และ Rundgren (2010) อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างการศึกษาศาสตร์ของโรงเรียน, SSI และการรู้วิทยาศาสตร์ ว่าการศึกษาของโรงเรียนจะไปถึงการรู้วิทยาศาสตร์ได้นั้น ต้องอาศัยประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคม ที่มีความเกี่ยวข้องกับธรรมชาติของวิทยาศาสตร์, วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม, หลักการทางวิทยาศาสตร์ Zeidler และคณะ (2009) ครูเป็นผู้นำประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมมาใช้ในห้องเรียนเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้รอบรู้, เหตุผลไม่เป็นทางการ, การตัดสินใจ, การโต้แย้ง, เหตุผลเชิงจริยธรรม, ประสบการณ์ชีวิต เพื่อพัฒนาคุณลักษณะการตัดสินใจอย่างใคร่ครวญ (Reflective Judgment)

สรุปได้ว่า ในยุคปัจจุบันมักเกิดความขัดแย้งในประเด็นต่าง ๆ ทางสังคม ประเด็นส่วนใหญ่มีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นสร้างพลเมืองแห่งการรู้วิทยาศาสตร์ จึงเป็นหน้าที่ของระบบการศึกษาวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ประชาชนมีส่วนร่วมเกิดการระดมสมองในการแก้ปัญหาอย่างรอบคอบ มีความเหมาะสมต่อสังคมและบริบทนั้น สร้างความเท่าเทียมและคุณภาพชีวิต

ที่ดิงามในสังคม ประเด็นวิทยาศาสตร์กับสังคมจึงนับว่าเป็นวิธีการสอนที่สำคัญในสามารถพัฒนาความสามารถของผู้เรียนให้สามารถเห็นความเกี่ยวพันระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์กับชีวิตจริง และส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ ทักษะกระบวนการ และเจตคติทางด้านวิทยาศาสตร์ไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.5 การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับสังคมเกษตรปลอดภัย

การจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับสังคมเกษตรปลอดภัย เนื่องมาจากการผลิตพืชผักเป็นแขนงหนึ่งทางการเกษตร พืชผักที่นำมาใช้ในการบริโภค ซึ่งมีคุณค่าทางโภชนาการสูง จะทำให้สามารถต่อต้านโรคร้ายไข้เจ็บได้สถานการณ์ในปัจจุบันมีการส่งเสริมการผลิตสินค้าเกษตรปลอดภัยมากมาย แต่ผลจากการศึกษาโดยภาพรวม พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ยังต่างคนต่างผลิต ตามมีตามเกิดเท่าที่ สามารถเรียนรู้ได้ทำให้ยังต้องพึ่งพาตลาดไปทางการตลาด จึงส่งผลต่อราคาของผลิตผล โดยราคายังมีความไม่แน่นอน ยังมีการผันผวนขึ้นลงไปตามฤดูกาล กรม จังหวัดมีการริเริ่มดำเนินการเปิดเป็นตลาดสินค้าสีเขียว ให้ เกษตรกรนำผลผลิตมาจำหน่ายในบางพื้นที่แต่ก็ยังไม่สามารถช่วยเกษตรกรส่วนใหญ่ได้ซึ่งแนวทางดังกล่าว สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติระยะ 20 ปีแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2560- 2564)ที่ต้องการยกระดับการพัฒนาและแก้ไขปัญหาในพื้นที่ โดยความร่วมมือของภาคส่วนต่างๆโดยมี ประเด็นมุ่งเน้นด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมฐานชีวภาพ (Bio-based) เช่น การเพิ่มผลผลิตการเกษตร สำหรับพืชเกษตรหลัก การเกษตรพืชเศรษฐกิจที่ไม่ทำลายทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม การเกษตรแบบปลอดภัย สารพิษ เป็นต้น และสอดคล้องกับประเด็นยุทธศาสตร์การพัฒนาจังหวัดชัยภูมิยุทธศาสตร์ที่ 1 เรื่องการพัฒนาขีดความสามารถในการผลิต การจัดการสินค้าและบริการสร้างมูลค่าเพิ่มอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน อาทิ การเพิ่มประสิทธิภาพและศักยภาพการผลิตภาคการเกษตรและเครือข่ายสินค้าเกษตรเพิ่มประสิทธิภาพการ ผลิตสินค้าเกษตรและสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าเกษตรและผลิตภัณฑ์เพื่อลดต้นทุนการผลิตพัฒนาคุณภาพ ผลผลิต ส่งเสริมเกษตรปลอดภัย โดยการนำภูมิปัญญาท้องถิ่นมาใช้และพัฒนาองค์ความรู้ให้ชุมชน สนับสนุน การผลิตและใช้ปุ๋ยอินทรีย์เพื่อพัฒนาคุณภาพมาตรฐานความปลอดภัยของสินค้าเกษตรและอาหาร รวมถึงยัง สอดคล้องกับพันธกิจของมหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ ข้อ 8. คือ ศึกษา วิจัย ส่งเสริมและสืบสานโครงการอันเนื่องมาจากแนวพระราชดำริในการปฏิบัติตามภารกิจของมหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม การที่จะให้พืชผักมีคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคนั้น ต้องผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ถูกต้องตามหลักการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการปฏิบัติและการดูแลรักษา ตั้งแต่การผลิตจนถึงระยะเก็บเกี่ยวรวมทั้งการควบคุม คุณภาพทางด้านโภชนาการ และความปลอดภัยต่อผู้บริโภค ในห้วงระยะเวลากว่า 10 ปีที่ผ่านมา กระแสของผู้บริโภคได้ให้ความสำคัญกับสุขภาพมากขึ้นเรื่อย ๆ และเป็นไปอย่างต่อเนื่องทำให้ในการเกษตร

ผู้ผลิตต้อง ปรับตัวตามวัฒนธรรมการบริโภคและการได้รับการสนับสนุนจากภาครัฐ องค์การพัฒนาเอกชนให้มีการใช้ สารเคมีอย่างปลอดภัยหรือไม่ใช้สารเคมีเลย โดยลดการใช้สารเคมีเพื่อให้เกษตรกรยั่งยืนเบญจมาศ จันทร แก้ว (2551 : 21) ได้ศึกษาการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของการผลิตผักโดยใช้สารธรรมชาติและสารเคมีพบว่า เกษตรกรที่ใช้สารธรรมชาติจะได้กำไรสุทธิมากที่สุด เนื่องจากราคาผลผลิตสูงกว่าการใช้สารเคมีนอกจากนี้วรา ภรณ์ ปัญญาดี(2554 : 107-127) กล่าวว่า ประเด็นที่เป็นการสนับสนุนให้เพิ่มการผลิตของผู้ปลูกผัก ปลอดภัยมากขึ้น โดยเฉพาะการปลูกพืชผักจะต้องขยายพื้นที่จำเป็นต้องมีแรงงานเพิ่ม เพื่อการพัฒนาเกษตร ปลอดภัยและเป็นความสำคัญที่นำไปสู่ความยั่งยืน นอกจากนี้ดุขฎี พรหมทัต (2551 : 21) กล่าวว่า หน่วยงานภาครัฐจะต้องแสดงบทบาทอย่างเข้มข้น เพื่อให้เกษตรกรหันมาสนใจและเห็นถึงความสำคัญของการ ใช้และแนวทางป้องกันสารเคมีเพื่อความปลอดภัยต่อตัวเกษตรกรและผู้บริโภคซึ่งต้องปฏิบัติอย่างจริงจังและ ต่อเนื่อง เพื่อการพัฒนาเกษตรกรรมของประเทศให้ยั่งยืนตลอดไปเกษตรกรในพื้นที่บ้านนาฝาย อำเภอเมือง จังหวัดชัยภูมิอาชีพหลักของเกษตรกรคือ ประกอบอาชีพเกษตรกรรมโดยการทำนา ทำไร่ (มันสำปะหลัง) ทำ สวน (มะม่วง) ปลูกพืชผักสวนครัว ฯลฯแต่การประกอบอาชีพเกษตรกรรมก็ยังประสบปัญหาทั้งภัยธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ภัยแล้งและปัญหาความผันผวนของราคาสินค้าเกษตร นับว่าเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อรายได้ หลักของเกษตรกร เป็นผลทำให้เกิดสภาวะทุนจม เกษตรกรขาดสภาพคล่องไม่มีเงินหมุนเวียนมาลงทุนในการ ทำเกษตรรอบต่อไปหรือต้องมีการกู้หนี้ยืมสินทั้งในและนอกระบบมากขึ้น ดังนั้นจึงมีการจัดตั้งกลุ่มขึ้นมาเพื่อ ปลูกผักปลอดภัย สร้างอาชีพใหม่ และมีรายได้เสริมที่จะช่วยเหลือเกษตรกรอีกทางหนึ่ง อย่างไรก็ตามปริมาณ การผลิต ช่วงเวลาของการซื้อขาย และราคายังเป็นปัญหา เนื่องจากช่วงเวลาของความต้องการและการ สนองตอบไม่สมดุลกัน สภาวะการณ์ภัยธรรมชาติและราคาสินค้าที่มีความผันผวนเป็นประเด็นสำคัญที่เป็น ปัญหากับเกษตรกร เพื่อให้การดำรงอยู่ของอาชีพการปลูกผักปลอดภัยเป็นไปอย่างมั่นคงและต่อเนื่อง จึงนำไปสู่การวิจัย พัฒนาเกษตรปลอดภัยอย่างมากมาย

ด้วยสภาพปัจจุบันการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในโรงเรียนเขตพื้นที่ภายใน จังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนใหญ่แล้วเป็นพื้นที่แห่งการทำเกษตรกรรม การที่ครูสามารถนำประเด็นทาง วิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย มาใช้จุดประกายความคิดให้ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการ เรียนรู้โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการส่งเสริมให้ครูนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นสื่อ ในการจัดการเรียนรู้ เช่น เกมกระดานผนวกสื่อเทคโนโลยีเสมือนจริง ย่อมส่งผลให้กระตุ้นความสนใจ ของผู้เรียนได้มากขึ้น เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมาย ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่อยู่ใน ชีวิตประจำวัน และสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว ประเด็นนี้จึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจสำหรับการสร้างความ

เข้าใจให้กับนักเรียนเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานในการปลูกพืชตามฤดูกาล และการใช้ และกำจัดการเคมีแบบถูกต้อง ปลอดภัยผ่านสื่อที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ด้วยเหตุนี้ทั้งภาครัฐและเอกชน จึงควรให้ความสำคัญและร่วมมือกันเกี่ยวกับการนำ การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP = Good Agricultural Practice) (ภาพที่ 2-15) มาส่งเสริมให้เกิดความรู้ความเข้าใจในภาคการเกษตรของประเทศ ให้เกิดการปฏิบัติเพื่อป้องกัน หรือลดความเสี่ยงของอันตรายที่เกิดขึ้นระหว่างการเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และการจัดการหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพ ปลอดภัย และเหมาะสมต่อการบริโภค



รูปที่ 2.3 แสดงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP = Good Agricultural Practice)

ผลที่ได้จากการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP)

1. ได้ผลิตผลที่มีคุณภาพและปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ
2. เกษตรกรผู้ผลิตมีสุขภาพอนามัยดีขึ้น ประหยัดค่าใช้จ่ายค่ารักษาพยาบาลจากกาเจ็บป่วย
3. ผู้บริโภคเชื่อมั่นในสินค้าทางการเกษตรของประเทศไทย
4. รักษาสภาพแวดล้อม และเกิดระบบการผลิตสินค้าเกษตรแบบยั่งยืน



รูปที่ 2.4 แสดงการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดี (GAP = Good Agricultural Practice)

2.5 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบสะเต็มศึกษา

2.5.1 ที่มาและความสำคัญของ STEM

STEM เป็นชื่อย่อของ Science, Technology, Engineering and Mathematics มีจุดเริ่มต้นมาจากประเทศสหรัฐอเมริกาที่พบว่าความสามารถของประเทศในหลาย ๆ ด้านไม่ได้เป็นอันดับหนึ่งอย่างที่เคยเป็น ในขณะที่หลาย ๆ ประเทศทั่วโลกมีความก้าวหน้าไปมากโดยพบว่าผลการทดสอบโครงการประเมินผลนักเรียนนานาชาติ (Program for International Mathematics and Science Study หรือ TIMSS) ของสหรัฐอเมริกานั้นต่ำกว่าหลายประเทศคะแนนวิชาวิทยาศาสตร์ ลดลงซึ่งแสดงให้เห็นถึงความถดถอยของการจัดการศึกษาในปี ค.ศ. 2006 เมื่อเทียบกับปี ค.ศ. 2003 รวมทั้งรายงานของ Phi Dela Kappan ที่ประเมินว่านักเรียนอเมริกาทำคะแนนได้ต่ำที่สุดในโจทย์แก้ปัญหา (Bellanca and Brand, 2010, DeJarnette, 2012) นอกจากนี้นักเรียนนักศึกษาที่สนใจเรียนทางด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ มีจำนวนลดลง ประชากรที่ทำงานด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรม มีจำนวนลดลงเช่นกัน และมีผลการศึกษาที่ระบุว่าประชากรระดับคุณภาพที่สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาอกด้านวิทยาศาสตร์และกำลังทำงานส่วนใหญ่เป็นคนต่างชาติมากกว่าเป็นชาวอเมริกา นั้นหมายถึงการขาดแคลนทรัพยากรมนุษย์ส่งผลให้เกิดปัญหาด้านเศรษฐกิจตามมา ดังนั้นนโยบายการศึกษาแบบสะเต็มศึกษาจึงเป็นแนวทางที่จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้และคาดหวังว่าจะช่วยยกระดับผลการทดสอบต่าง ๆ เช่น PISA ให้สูงขึ้นส่งผลให้ประชากรมีคุณภาพและส่งผลให้สามารถแก้ปัญหาของชาติในด้านอื่น ๆ ได้ ซึ่งในการนํานโยบายลงสู่การปฏิบัติ นั้น พบว่า รัฐบาลได้ทุ่มเทงบประมาณด้าน STEM Education เป็นจำนวนมากมีโรงเรียนต่าง ๆ 40 รัฐ ที่ใช้ STEM Education มาเป็นระยะเวลาหนึ่งแล้ว (National Research Council of the National Academies, 2011) นอกจากนี้ยังมีการประกาศใช้แผนการศึกษา Education to Innovate เพื่อเร่งกระตุ้นให้ STEM Education เป็นรูปธรรมและประสบผลสำเร็จมีการใช้กลยุทธ์ต่าง ๆ เช่น การประกาศแผนการสร้างกลุ่มครูต้นแบบในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยีและวิศวกรรมศาสตร์ เรียกว่า STEM Master Teaching Corps ซึ่งนักการศึกษานั้นจะเป็นผู้นำในการศึกษาค้น STEM Education และเป็นผู้ที่ริเริ่มจุดประกายความคิดให้นักเรียนและช่วยให้สังคมนั้นเจริญเติบโตมากขึ้น (พรทิพย์ ศิริภัทราชัย, 2556, น. 51)

สะเต็มศึกษาเป็นการศึกษาโดยการนำความรู้ทาง วิทยาศาสตร์ (Science) เทคโนโลยี (Technology) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering) และคณิตศาสตร์ (Mathematic) ผสมผสานเข้าด้วยกัน ซึ่งเราคู้นเคยกันอยู่ในชีวิตประจำวัน แต่ไม่ได้แบ่งการพิจารณาว่าอะไร คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ นั่นคือ สะเต็มศึกษาเป็นการพิจารณาองค์รวมว่าในสิ่งนั้น ๆ มีการนำความรู้อะไรมาใช้ เช่น การทำขนมบัวลอย เป็นที่รู้ว่าการที่นำแป้งข้าวเหนียวมานวดแล้วปั้นเป็นลูกกลม ๆ แล้วต้มให้สุกใส่น้ำเชื่อม น้ำกะทิเพิ่มความหวานและความมันให้น่ากิน เป็นการ

นำความรู้ด้านสะเต็มศึกษามาใช้ เริ่มตั้งแต่การเลือกใช้แปรง การนวดแบ่งให้เข้ากัน การนำไปต้มจนสุก เป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เรื่องแรง และแรงลอยตัว อุณหภูมิ ซึ่งได้จากการวัดโดยใช้เครื่องมือทางเทคโนโลยีว่าอุณหภูมิขนาดไหนจึงจะทำให้แปรงสุก เป็นความรู้ทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งอาจจะหมายถึงรวมถึงการใช้หม้อต้มบวลอย หม้อทองเหลือง หม้ออลูมิเนียม มีผลต่ออุณหภูมิของขนมบวลอยหรือไม่อย่างไร ซึ่งเป็นความรู้ทางวิศวกรรมผนวกรวมกับความรู้ทางเทคโนโลยีทำให้ได้ขนมบวลอย หรือเราเปิดใช้พัดลมก็เป็นการนำความรู้สะเต็มศึกษามาใช้ การทำงานของมอเตอร์ ความเบาแรงของพัดลมเป็นการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาใช้ในการออกแบบการทำงานของพัดลม ระยะเวลาการใช้พัดลม การใช้ไฟฟ้าเป็นการแปรผันตามอุณหภูมิของห้องและความต้องการของผู้ใช้พัดลม การศึกษาความแปรผันเป็นการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์มาอธิบายความสัมพันธ์ จากตัวอย่างที่นำเสนอทำให้รู้ว่า สะเต็มศึกษา ไม่ใช่การศึกษาแบบแยกชิ้นเป็นราย ๆ ความรู้ตามแต่ละศาสตร์ แต่สะเต็มศึกษาเป็นการศึกษาแบบองค์รวมหรือการศึกษาโดยใช้หัวเรื่องแล้วจึงนำความรู้ต่าง ๆ ไปอธิบาย

2.5.2 ความเป็นมาของสะเต็มศึกษา

ตัวย่อ STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) ถูกนำมาใช้เรียกแนวทางการเรียนรู้ของสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เป็นครั้งแรกโดยมูลนิธิวิทยาศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (U.S. National Science Foundation หรือ NSF) ในปี ค.ศ. 2001

โดยในตอนแรกทาง NSF ได้ใช้ตัวย่อ SMET เพื่อกล่าวถึงสาขาอาชีพ รวมถึงศาสตร์หรือหลักสูตรการศึกษาในที่รวมเอาความรู้และทักษะจากสาขาวิชาทั้งสี่เข้าไว้ด้วยกัน อย่างไรก็ตาม เมื่อปี 2001 Judith Ramaley นักชีววิทยาชาวอเมริกัน ซึ่งเป็นผู้ช่วยผู้อำนวยการฝ่ายการศึกษาและทรัพยากรบุคคลของ NSF ในขณะนั้น ได้ทำการเรียบเรียงตัวย่อดังกล่าวใหม่ให้เป็นคำว่า STEM แทน

STEM เริ่มต้นได้รับความสนใจในสหรัฐอเมริกาเนื่องมาจากรายงานทางการศึกษาที่สำคัญหลายฉบับ ในช่วงต้นยุค 2000 ได้ชี้ให้เห็นว่ามีการบูรณาการความรู้ในสาขาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ รวมถึงปัญหาจากผลการทดสอบความรู้ของนักเรียนวัย 15 ปีในโครงการประเมินผลระดับนานาชาติหรือ PISA (Programme for International Student Assessment) ซึ่งชี้ให้เห็นว่านักเรียนจำนวนมากในสหรัฐฯ ที่ทำผลงานได้ต่ำกว่ามาตรฐานในแง่ความสามารถและความรู้ทางวิทยาศาสตร์ ส่งผลให้รัฐบาลมีนโยบายมุ่งมั่นสนับสนุนการศึกษาด้าน STEM เพื่อเพิ่มศักยภาพของเยาวชนและความสามารถในการแข่งขันกับประเทศอื่นๆ

ตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา หลักสูตรที่มุ่งเน้นไปยังทักษะ STEM ได้รับการเผยแพร่และเป็นที่รู้จัก รวมถึงได้รับความนิยมในหลายประเทศทั่วโลกเพิ่มเติมจากในสหรัฐอเมริกา ไม่ว่าจะเป็นออสเตรเลีย จีน ฝรั่งเศส เกาหลีใต้ รวมถึงสหราชอาณาจักร ขณะที่ประเทศไทยก็เริ่มหันมาให้ความสนใจกับ STEM เช่นเดียวกัน

2.5.3 ความหมายของสะเต็มศึกษา

สถาบันการส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556) ได้อธิบายความหมายของสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางจัดการศึกษาที่บูรณาการใน 4 สาขาวิชา ได้แก่ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เทคโนโลยีและคณิตศาสตร์ โดยเน้นการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริง รวมทั้งเป็นการพัฒนากระบวนการหรือผลผลิตใหม่ ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตและการทำงาน

พรทิพย์ ศิริภัทรชัย (2556, น. 50) ได้อธิบายความหมายสะเต็มศึกษา (STEM Education) คือการสอนแบบบูรณาการข้ามกลุ่มสาระวิชา (Interdisciplinary Integration) ระหว่างสาขาวิชาต่าง ๆ ได้แก่ วิชาวิทยาศาสตร์ (Science : S) เทคโนโลยี (Technology: T) วิศวกรรมศาสตร์ (Engineering : E) และคณิตศาสตร์ (Mathematics : M) โดยนำจุดเด่นของธรรมชาติตลอดจนวิธีการสอนของแต่ละสาขามาผสมผสานกันอย่างลงตัว เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้แต่ละแขนงวิชามาใช้ในการแก้ไขปัญหา ค้นคว้า ไปจนถึงการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ในสถานการณ์โลกปัจจุบัน

มนตรีจุฬา วัฒนทล (2556, น. 3) อธิบายว่าสะเต็มศึกษา (STEM Education) เป็นแนวทางใหม่ในการจัดการศึกษาในรายวิชา วิทยาศาสตร์ที่เน้นในการบูรณาการการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาขั้นพื้นฐานจนระดับอุดมศึกษาอาชีวศึกษาไปจนถึง การศึกษาตลอดชีวิต เพื่อให้คนไทยมีความรู้และทักษะในการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ ๆ เพื่อประกอบอาชีพ ในด้านวิชาชีพทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีในยุคประชาคมอาเซียน

อภิสิทธิ์ ธิงไชย(2556, น. 15-18) วิศวกรรมศาสตร์ใน STEM Education หมายถึงการ ออกแบบ (Design) วางแผน (Planning) การแก้ปัญหา (Problem Solving) การใช้องค์ความรู้จาก ศาสตร์ต่าง ๆ มาสร้างสรรค์ผลงานภายใต้ข้อหรือเงื่อนไข (Constraints and Criteria) ที่กำหนด กระบวนการออกแบบทางวิศวกรรม (Engineering Design Process) เป็น การนำเอาองค์ความรู้ โดยเฉพาะวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างสรรค์ผลงานและ เชื่อมโยงกับโลกความเป็นจริง

ดังนั้นจึงสามารถสรุปความหมายของสะเต็มศึกษา คือ การบูรณาการของ 4 สาขาวิชา คือ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์และคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำ ความรู้จาก เนื้อหาที่เรียนไปประยุกต์ใช้ในบริบทจริงของชีวิตประจำวัน หรือนำ ความรู้ที่ผ่านการ จัดเรียนรู้ไป แก้ปัญหาในชีวิตจริง

2.5.4 หลักการของแนวคิดสะเต็มศึกษา

แนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นแนวทางในการจัดการและส่งเสริมการเรียนการสอน โดยเชื่อมโยง ความรู้และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน ทั้งนี้ได้มี ผู้อธิบายหลักการของแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

Vasquez, Sneider and Comer (2014 : p.5) ได้กล่าวถึงหลักการของแนวคิดสะเต็ม ศึกษา ซึ่ง ประกอบด้วยหลักการสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. เน้นการบูรณาการความรู้ การบูรณาการตั้งแต่ 2 วิชาขึ้นไป โดยครูเชื่อมโยงการสอนหลาย ๆ วิชาเข้าด้วยกันในการสอน เช่น วิชาคณิตศาสตร์วิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา ซึ่งการสอนแบบนี้เราเรียกว่า สหวิทยาการ การสอนแบบนี้ช่วยให้นักเรียนเชื่อมโยงความคิดรวบยอดกับความรู้ที่ได้รับ โดยใช้นวัตกรรมการเรียนการสอน ใช้ความคิดในด้านต่าง ๆ เช่น สร้างสรรค์ และความคิดเพื่อแก้ปัญหา หรือคิดในสถานการณ์ที่ได้รับมอบหมาย

2. การสร้างความสัมพันธ์ คือ การคิดว่าจะนำ ความรู้ที่ได้รับไปใช้ประโยชน์อะไรต่อไป โดยการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างความรู้กับการนำไปใช้ประโยชน์

3. การเน้นทักษะที่จำเป็นในศตวรรษที่ 21 เน้นที่เราจะหาความรู้ได้อย่างไรและใช้ความรู้ได้อย่างไร โดยการสอนสิ่งที่ทำให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อแก้ปัญหาสื่อสารความรู้และความคิดทำงานเป็นทีม เพื่อจะได้มีความรู้และความคิดในอนาคต

4. สร้างการสอนที่ท้าทายความรู้ความสามารถตามวัยและระดับชั้น เน้นทักษะใน ศตวรรษที่ 21 และความรู้ที่หลากหลายไม่ใช่แค่เรียนเพียงอย่างเดียว

5. รู้จักประยุกต์โดยผสมผสานในการเรียนการสอนแบบ STEM สามารถนำวิธีการสอนที่หลากหลายมาประยุกต์ในการจัดการเรียนการสอน

สำหรับสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2557) ให้หลักการของแนวคิดสะเต็มศึกษา ซึ่งมีลักษณะ 5 ประการ ดังนี้

1. การสอนที่เน้นบูรณาการ
2. การช่วยให้เด็กสร้างความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาวิชาและทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์
3. การมุ่งเน้นทักษะในศตวรรษที่ 21
4. การท้าทายความคิดของเด็ก
5. การเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงความคิดเห็น และความเข้าใจที่สอดคล้องกับเนื้อหาทาง วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้น หลักการของแนวคิดสะเต็มศึกษาประกอบด้วย 4 หลักการ ได้แก่ 1) การรวมความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์เข้าด้วยกัน 2) การนำความรู้ใหม่ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้กับสถานการณ์จริง 3) การมุ่งเน้นทักษะในศตวรรษที่ 21 และ 4) การวางแผนการจัดกิจกรรมที่ท้าทายความคิดของเด็ก

2.5.5 การจัดการเรียนรู้ตามแนวทางสะเต็มศึกษา (STEM Education)

การจัดการกระบวนการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษาเป็นการเรียนรู้ผ่านกิจกรรมหรือโครงการที่บูรณาการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์กับแนวทางการออกแบบเชิงวิศวกรรมโดยผู้เรียนได้ทำกิจกรรมเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจและฝึกทักษะด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยี จากนั้นนำความรู้มาออกแบบเป็นชิ้นงานหรือวิธีการ เพื่อตอบสนองความต้องการหรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวัน เพื่อให้ได้เทคโนโลยี ซึ่งเป็นผลผลิตจากการออกแบบเชิงวิศวกรรมเช่น การสร้างเครื่อง

ดักแมลงวันซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือสนองความต้องการมนุษย์ใช้ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ ได้แก่ โครงสร้างหรือรูปร่างของสิ่งมีชีวิตและสมบัติของวัสดุชนิดต่าง ๆ ความรู้ทางด้านคณิตศาสตร์ ได้แก่ การบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่ระบุเวลา การอ่านตารางเวลา การเขียนแผนภูมิแท่ง การอ่านและการเขียนบันทึกรายรับรายจ่าย ความรู้ทางด้านเทคโนโลยี ได้แก่ การค้นหาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ตและใช้ความรู้ด้านวิศวกรรมในการออกแบบเครื่องดักจับแมลงวันที่มีประสิทธิภาพ เป็นต้น

2.5.6 ลักษณะของการบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา

การบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษาเป็นการบูรณาการการเรียนรู้ที่ครูสามารถสอดแทรกทักษะในศตวรรษที่ 21 เพื่อให้เกิดประสบการณ์ที่มีความหมายและสัมพันธ์กับประสบการณ์ การเรียนรู้ของเด็ก ทั้งนี้ได้มีผู้อธิบายลักษณะของการบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษา ไว้ดังนี้

Vasquez, Sneider and Comer (2014: p.32) ได้อธิบายการบูรณาการแนวคิดสะเต็ม ศึกษา ไว้ 4 ลักษณะ ดังนี้

1. การบูรณาการภายในวิชา (Disciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เด็กเรียน เนื้อหา และทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แยกออกจากกัน ในแต่ละสาระการเรียนรู้
2. การบูรณาการแบบพหุวิทยาการ (Multidisciplinary Integration/Thematic Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่เด็กเรียนเนื้อหาและทักษะทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และคณิตศาสตร์ แยกออกจากกันในแต่ละสาระการเรียนรู้ แต่จะมีการอ้างอิงถึงหัวเรื่อง (Theme) เดียวกัน เพื่อเชื่อมโยงระหว่างสาระการเรียนรู้ นั้น ๆ ทำให้เด็กมีโอกาสเรียนในสิ่งที่หลากหลาย เชื่อมโยงแนวคิด และประยุกต์ทักษะในบริบทต่างๆ
3. การบูรณาการแบบสหวิทยาการ (Interdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่เด็กเรียนเนื้อหาและทักษะอย่างน้อย 2 สาระการเรียนรู้หรือมากกว่านั้น โดยสาระการเรียนรู้ที่เรียน มีความสอดคล้องและเชื่อมโยงกันเพื่อนำไปสู่การเรียนรู้เนื้อหาและทักษะในเชิงลึก
4. การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา (Transdisciplinary Integration) เป็นการจัดการเรียนรู้ ที่ช่วยให้เด็กเชื่อมโยงเนื้อหาและทักษะทางคณิตศาสตร์ เทคโนโลยี วิศวกรรมศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ โดยประยุกต์ความรู้และทักษะที่เรียนไปสู่การแก้ปัญหาในการเรียนรู้ และขยายสู่การแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวัน เพื่อช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อประสบการณ์การเรียนรู้ของเด็ก จากที่กล่าวมาข้างต้น ลักษณะของการบูรณาการแนวคิดสะเต็มศึกษามีการบูรณาการ ในหลายลักษณะ แต่ลักษณะของการบูรณาการที่เหมาะสม สำหรับเด็กปฐมวัยที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ การบูรณาการแบบข้ามสาขาวิชา ซึ่งเน้นการประยุกต์ความรู้และทักษะต่าง ๆ ไปสู่การแก้ปัญหา ในชีวิตประจำวันได้อย่างเหมาะสม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

ชุดแผนโครงการวิจัย เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่เน้นการแสวงหานวัตกรรมใหม่ ด้านการพัฒนาครูที่มีการพัฒนาระบบการผลิตครูเน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี กระบวนการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และการพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน โดยมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : การศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ สังเคราะห์เกี่ยวกับการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นด้านการพัฒนาครูที่มีการพัฒนาระบบการผลิตครูเน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี กระบวนการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และการพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

ขั้นตอนที่ 2 : คณะผู้วิจัยสร้างและพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลพื้นฐานจากการศึกษาเอกสาร แนวคิด หลักการและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นทั้ง 3 ชุดแผนโครงการวิจัยย่อย ไปให้ผู้เชี่ยวชาญทำการตรวจสอบจำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ภาษา ตลอดจนความสมบูรณ์ของเครื่องมือ

ขั้นตอนที่ 3 : การทดลองใช้จริงกับกลุ่มเป้าหมายและศึกษา โดยดำเนินการศึกษากับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป จำนวน 37 คน นักศึกษาชั้นปีที่ 2 จำนวน 35 คน และครูวิทยาศาสตร์ที่สอนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 5 คน ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จากนั้นคณะผู้วิจัยวิเคราะห์ สังเคราะห์และประเมินผล

ขั้นตอนที่ 4 : การประเมินปรับปรุงและข้อคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาระบบการผลิตครูเน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี กระบวนการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยี

สื่อเสมือนจริง และการพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

- (มคอ.3) แผนการจัดการเรียนรู้
- แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง
- แบบประเมินสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

- แบบสอบถามความสนใจ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
- แบบประเมินความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง
- แบบบันทึกการสะท้อนผลการเล่นเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง
- แบบประเมินการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียนเมื่อได้เรียนรู้ผ่านเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

- แบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต
- แบบประเมินความพึงพอใจ จำนวน 35 คน จากผู้เข้าร่วมโครงการ

3.2 การสร้างและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

1. (มคอ.3) แผนการจัดการเรียนรู้ ที่เน้นกิจกรรมสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ดังตัวอย่าง ดังนี้

ตารางที่ 3-1 ตัวอย่างกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้น TPACK ในสัปดาห์ที่ 1-15

สัปดาห์ ที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล
1	Comprehension TPACK	ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและ เทคโนโลยีสำหรับ การสอน วิทยาศาสตร์ ชีวภาพ	1. อธิบาย แนวคิดและ ทฤษฎีความรู้ ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี	1. อภิปรายแนวคิด และทฤษฎีความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และ	1. คอมพิวเตอร์ 2. Jamboard	1. การ อธิบาย 2. บันทึกการ เรียนรู้

สัปดาห์ ที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล
			สำหรับการ สอน วิทยาศาสตร์ และสังคม เกษตร ปลอดภัย	สังคมเกษตร ปลอดภัย 2. บันทึกการเรียนรู้ รายสัปดาห์		
2	Comprehension TPACK	ตัวชี้วัดและสาระ การเรียนรู้ แกนกลางกลุ่ม สาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ที่ เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ ชีวภาพ	1. วิเคราะห์ ตัวชี้วัดที่ เกี่ยวข้องกับ เนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ เกษตร ปลอดภัย 2. ระบุหัวข้อ สาระ วิทยาศาสตร์ เกษตร ปลอดภัยที่ยาก ต่อการเรียนรู้ 3. อภิปรายถึง แนวทาง/ วิธีการจัดการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์ แบบดั้งเดิมใน หัวข้อสาระ วิทยาศาสตร์ เกษตร ปลอดภัยที่ยาก ต่อการเรียนรู้ จาก ประสบการณ์ เดิม	1. วิเคราะห์ตัวชี้วัด สาระวิทยาศาสตร์ เกษตรปลอดภัยใน หลักสูตร 2. ระบุหัวข้อใน สาระวิทยาศาสตร์ เกษตรปลอดภัยที่ ยากต่อการเรียนรู้ อภิปรายถึง แนวทาง/วิธีการ จัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ตาม แบบดั้งเดิมในหัวข้อ ดังกล่าวที่ตนเองเคย มีประสบการณ์ เรียนรู้ (ประสบการณ์ตอน เป็นนักเรียนและ ประสบการณ์ที่เคย ปฏิบัติการสอน) 3. บันทึกการเรียนรู้ รายสัปดาห์	1. คอมพิวเตอร์ 2. ตัวชี้วัดและ สาระการ เรียนรู้ แกนกลางกลุ่ม สาระการ เรียนรู้ วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)	1. ผลงาน 2. การ อภิปราย 3. บันทึกการ เรียนรู้
3	Comprehension TPACK	1. แนวคิดและ แนวคิดที่ คลาดเคลื่อนใน เนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ ชีวภาพ 2. การวัดแนวคิด ของนักเรียนด้วย	1. ระบุหัวข้อ สาระ วิทยาศาสตร์ เกษตร ปลอดภัยที่ยาก ต่อการเรียนรู้ ของตนเอง	1. สำนวความรู้อื่น ของนักศึกษาใน หัวข้อสาระ วิทยาศาสตร์เกษตร ปลอดภัยที่ยากต่อ การเรียนรู้ 2. สืบค้นแนวคิด และแนวคิดที่	1. คอมพิวเตอร์ 2. Padlet 3. Poll Everywhere 4. บทความ/ วารสาร	1. การตอบ คำถาม 2. การสืบค้น ข้อมูล 3. การสรุป ข้อมูล 4. การ อภิปราย

สัปดาห์ ที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล
		วิธีการ/เครื่องมือ ต่าง ๆ	2. สืบค้น แนวคิดและ แนวคิดที่ คลาดเคลื่อน ในเนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ เกษตร ปลอดภัยที่ยาก ต่อการเรียนรู้ ของนักเรียน 3. อภิปราย แนวคิดและ แนวคิดที่ คลาดเคลื่อน ในเนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ เกษตร ปลอดภัยที่ยาก ต่อการเรียนรู้ ของนักเรียน 4. อภิปราย แนวทางการ วัดแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ ของนักเรียน ด้วยวิธีการ/ เครื่องมือต่าง ๆ	คลาดเคลื่อนใน เนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์เกษตร ปลอดภัยที่ยากต่อ การเรียนรู้ของ นักเรียน และร่วม อภิปราย 3. อภิปรายแนวทาง การวัดแนวคิดทาง วิทยาศาสตร์ของ นักเรียนด้วยวิธีการ/ เครื่องมือต่าง ๆ 4. บันทึกการเรียนรู้ รายสัปดาห์		5. บันทึกการ เรียนรู้
4-5	Comprehension TPACK	รูปแบบการสอนใน เนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์	1. สืบค้น รูปแบบการ สอนในเนื้อหา สาระ วิทยาศาสตร์ 2. อภิปราย รูปแบบการ สอนในเนื้อหา สาระ วิทยาศาสตร์	1. สืบค้นรูปแบบ การสอนในเนื้อหา สาระวิทยาศาสตร์ 2. สรุปผลการ สืบค้นรูปแบบการ สอนในเนื้อหาสาระ วิทยาศาสตร์ 3. อภิปรายรูปแบบ การสอนในเนื้อหา สาระวิทยาศาสตร์ 4. บันทึกการเรียนรู้ รายสัปดาห์	1. คอมพิวเตอร์ 2. Poll Everywhere 3. บทความ/ วารสาร	1. สรุปผล การสืบค้น ข้อมูล 2. การ อภิปราย 3. บันทึกการ เรียนรู้

ลำดับที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและประเมินผล
6-7	Comprehension TPACK	การใช้เทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ - เกมออนไลน์ นวัตกรรม เพื่อการศึกษา - มัลติมีเดีย (กราฟิก เสียง วิดีโอ และ แอนิเมชัน 2D/3D) - เครื่องมือจัดการชั้นเรียน - เครื่องมือการนำเสนอ - เครื่องมือในการทำงานร่วมกัน - เครื่องมือวัดและประเมินผล การเรียนรู้ ออนไลน์	1. เลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์ 2. มีทักษะการใช้งานเทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์	1. แนะนำการใช้เทคโนโลยีเพื่อการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระวิทยาศาสตร์และฝึกปฏิบัติการใช้งานตามกลุ่มของเทคโนโลยี ได้แก่ เกมออนไลน์ นวัตกรรมเพื่อการศึกษา มัลติมีเดีย (กราฟิก เสียง วิดีโอ และ แอนิเมชัน 2D/3D) เครื่องมือจัดการชั้นเรียน เครื่องมือการนำเสนอ เครื่องมือในการทำงานร่วมกัน และ เครื่องมือวัดและประเมินผล การเรียนรู้ ออนไลน์ 2. บันทึกการเรียนรู้รายสัปดาห์	1. คอมพิวเตอร์ 2. เครื่องมือทางเทคโนโลยีต่าง ๆ	1. การตอบคำถาม 2. การอภิปราย 3. ทักษะการปฏิบัติ 4. บันทึกการเรียนรู้
8	Comprehension TPACK	การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์	1. สืบค้นข้อมูล การวัดและประเมินผล วิทยาศาสตร์ รูปแบบต่าง ๆ จาก แหล่งข้อมูล ที่เชื่อถือได้ 2. อภิปราย การวัดและประเมินผล วิทยาศาสตร์ รูปแบบต่าง ๆ	1. สืบค้นและ อภิปรายแลกเปลี่ยน ความรู้ด้านการวัดและประเมินผล วิทยาศาสตร์รูปแบบต่าง ๆ จาก แหล่งข้อมูล ที่เชื่อถือได้ 2. บันทึกการเรียนรู้รายสัปดาห์	1. คอมพิวเตอร์ 2. Jamboard	1. การสืบค้นข้อมูล 2. การสรุปข้อมูล 3. การอภิปราย 4. บันทึกการเรียนรู้

สัปดาห์ ที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล
9-10	Demonstrate a TPACK-based Lesson	การสาธิตการสอนที่บูรณาการความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และ สังคมเกษตร ปลอดภัย	1. วิเคราะห์และอภิปรายองค์ประกอบของ TPACK ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และสังคมเกษตร ปลอดภัย 2. วิเคราะห์และอภิปรายองค์ประกอบของ TPACK จากการสาธิตการสอนของ อาจารย์และผู้เชี่ยวชาญ 3. อธิบายสิ่งที่เป็นตัวแทนทางความคิดหรือกลยุทธ์ที่สามารถช่วยเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหาให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายจากการสาธิตการสอนของ อาจารย์และผู้เชี่ยวชาญ	1. วิเคราะห์และอภิปรายแผนการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และสังคมเกษตร ปลอดภัย(แผนต้นแบบ) 2. อาจารย์สาธิตการจัดการเรียนรู้ที่บูรณาการความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีสำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และสังคมเกษตร ปลอดภัย 4. สังเกตการสอนและจดบันทึกทักษะจากสังเกตภายใต้ ทฤษฎีและกลยุทธ์ TPACK ที่ได้เรียนรู้ 5. ร่วมอภิปรายเกี่ยวกับการบูรณาการกลยุทธ์หรือวิธีการสอนของ อาจารย์/ผู้เชี่ยวชาญตาม กรอบ TPACK 6. บันทึกการเรียนรู้เกี่ยวกับสิ่งที่เป็นตัวแทนทางความคิดหรือกลยุทธ์ที่ใช้ในการทำความเข้าใจ หัวข้อนั้น ๆ ที่ สามารถช่วยเปลี่ยนรูปแบบของเนื้อหา	1. คอมพิวเตอร์ 2. Padlet 4. แผนการจัดการเรียนรู้ต้นแบบ	1. ผลการวิเคราะห์และอภิปราย 2. การอธิบาย 3. บันทึกการเรียนรู้

สัปดาห์ ที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล
				ให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจ ง่าย		
11-12	Develop a TPACK-based Lesson	การพัฒนา แผนการจัดการ เรียนรู้ที่บูรณาการ ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและ เทคโนโลยีสำหรับ การสอน วิทยาศาสตร์	1. ออกแบบ แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการ ความรู้ใน เนื้อหาผนวก วิธีสอนและ เทคโนโลยี สำหรับการ สอน วิทยาศาสตร์ ในหัวข้อที่ยาก ต่อการเรียนรู้	1. กิจกรรมกลุ่ม นักศึกษาเรียนรู้การ จัดทำแผนการสอน ที่บูรณาการความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธี สอนและเทคโนโลยี สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์ และ ประยุกต์วิธีการสอน ที่เป็นนวัตกรรมใหม่ และกลยุทธ์ในการ สอน แต่ละกลุ่ม บูรณาการกิจกรรม ที่ใช้เครื่องมือ เทคโนโลยีเพื่อให้ เห็นความสัมพันธ์ หรือการ เปลี่ยนแปลงที่ ชัดเจนทำสิ่งที่มีอง ไม่เห็นให้มองเห็น ชัดเจนผนวกเข้ากับ วิธีสอนหัวข้อด้าน วิทยาศาสตร์ที่ยาก ต่อการเรียนรู้ให้ เหมาะสม 1 เรื่อง เวลา 1-2 คาบ 2. นักศึกษานำเสนอ แผนการสอนที่ บูรณาการความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์ 3. วิพากษ์แผนการ สอนที่บูรณาการ ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและ เทคโนโลยีสำหรับ	1. คอมพิวเตอร์ 2. Google forms 3. Padlet	1. การ ออกแบบ แผนการ จัดการเรียนรู้ 2. บันทึกการ เรียนรู้

สัปดาห์ ที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล
				การสอน วิทยาศาสตร์โดย เพื่อนสมาชิก นักวิจัย และ ผู้เชี่ยวชาญ ร่วม พิจารณาและ วิพากษ์ 4. บันทึกการเรียนรู้ รายสัปดาห์		
13-15	Implement the TPACK-based	การสอนแบบ จุลภาค (Microteaching) ในห้องเรียนจำลอง	1. ปฏิบัติการ สอนแบบ จุลภาคที่ บูรณาการ ความรู้ใน เนื้อหาผนวก วิธีสอนและ เทคโนโลยี สำหรับการ สอน วิทยาศาสตร์ และสังคม เกษตร ปลอดภัย	1. นักศึกษา ปฏิบัติการสอนแบบ จุลภาคที่บูรณาการ ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและ เทคโนโลยีสำหรับ การสอน วิทยาศาสตร์ วิทยาศาสตร์และ สังคมเกษตร ปลอดภัยใน ห้องเรียนจำลอง ตามแผนการจัดการ เรียนรู้ กลุ่มละ 30 นาที	1. คอมพิวเตอร์ 2. สื่อที่ เกี่ยวข้องกับ การจัดการ เรียนรู้	1. ทักษะการ จัดการเรียนรู้
	Reflect on the TPACK-based	การสะท้อนผลการ จัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการความรู้ ในเนื้อหาผนวกวิธี สอนและ เทคโนโลยีสำหรับ การสอน วิทยาศาสตร์และ สังคมเกษตร ปลอดภัย	1. สะท้อนผล การจัดการ เรียนรู้ที่บูรณา การความรู้ใน เนื้อหาผนวก วิธีสอนและ เทคโนโลยี สำหรับการ สอน วิทยาศาสตร์ และสังคม เกษตร ปลอดภัยของ ตนเอง และ เพื่อนได้	1. ประเมิน ความสามารถใน การจัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และ สังคมเกษตร ปลอดภัย 2. สะท้อนผลการ จัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และ	1. คอมพิวเตอร์ 2. สื่อที่ เกี่ยวข้องกับ การจัดการ เรียนรู้	1. การ สะท้อนผล การจัดการ เรียนรู้ที่ บูรณาการ ความรู้ใน เนื้อหาผนวก วิธีสอนและ เทคโนโลยี สำหรับการ สอน วิทยาศาสตร์ และสังคม เกษตร ปลอดภัยของ ตนเอง และ เพื่อนได้

สัปดาห์ ที่	Model TPACK	เนื้อหา	จุดประสงค์	กิจกรรม	สื่อการสอน	การวัดและ ประเมินผล
				สังคมเกษตร ปลอดภัย 3. อาจารย์ให้ ข้อเสนอแนะเพื่อ การปรับปรุงการ จัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และ สังคมเกษตร ปลอดภัย 4. เขียนความ คิดเห็นของตนเอง ตั้งคำถาม และตอบ คำถามเพื่อแบ่งปัน ความคิดเห็น ระหว่างเพื่อน สมาชิก		
	Revise the TPACK-based	การปรับปรุง แผนการจัดการ เรียนรู้ที่บูรณาการ ความรู้ในเนื้อหา ผนวกวิธีสอนและ เทคโนโลยีสำหรับ การสอน วิทยาศาสตร์และ สังคมเกษตร ปลอดภัย ครั้งที่ 1 และ 2	1. ปรับปรุง แผนการ จัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการ ความรู้ใน เนื้อหาผนวก วิธีสอนและ เทคโนโลยี สำหรับการ สอน วิทยาศาสตร์ และสังคม เกษตร ปลอดภัยเพื่อ นำไปใช้จัดการ เรียนรู้ในชั้น เรียน วิทยาศาสตร์ได้ อย่างมี ประสิทธิภาพ	1. นักศึกษา ปรับปรุงแผนการ จัดการเรียนรู้ที่ บูรณาการความรู้ใน เนื้อหาผนวกวิธีสอน และเทคโนโลยี สำหรับการสอน วิทยาศาสตร์และ สังคมเกษตร ปลอดภัย ก่อน นำไปใช้จัดการ เรียนรู้ในชั้นเรียน วิทยาศาสตร์ 2. บันทึกการเรียนรู้ รายสัปดาห์	1. คอมพิวเตอร์ 2. สื่อที่ เกี่ยวข้องกับ การจัดการ เรียนรู้	1. แผนการ จัดการเรียนรู้ ที่ได้รับการ ปรับปรุง 2. บันทึกการ เรียนรู้

2. แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ผู้วิจัยได้กำหนดประเด็นหลัก ในการสัมภาษณ์นักศึกษาคูจากการที่นักศึกษาคูได้ผ่านการจัดการเรียนรู้จากผู้วิจัยเกี่ยวกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์มาแล้ว โดยนักศึกษาคูจำนวน 3 คนเป็นตัวแทน นำการจัดการเรียนรู้ไปใช้ในโรงเรียนภายในเขต อำเภอหล่มสัก อำเภอหล่มเก่า อำเภอเขาค้อและติดตามผล ซึ่งการสัมภาษณ์ในลักษณะนี้ เป็นการสัมภาษณ์ที่ผู้วิจัยเตรียมข้อคำถามในประเด็นหลัก ๆ ซึ่งจะเป็นคำถามปลายเปิด จากนั้นก็สนทนาซักถามกับนักศึกษาคู คำตอบที่ได้รับจะนำไปสู่การแตกประเด็นเป็นข้อคำถามย่อย ๆ ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึก มีรายละเอียด ชัดเจน และตรงกับสิ่งที่ผู้ให้สัมภาษณ์คิดมากที่สุด ตัวอย่างคำถามได้แก่ นักศึกษาใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียนอย่างไร นักศึกษามีการจัดการเรียนอย่างไร นักศึกษาเชื่อมโยงบทเรียนเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริงอย่างไร นักศึกษาจะใช้วิธีการใดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนขณะสอน

3. แบบประเมินสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

เป็นแบบสำรวจความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการสอนเนื้อหาเฉพาะโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย (Self-Reported) ประกอบด้วย 20 รายการพัฒนาปรับปรุงขึ้นจากกรอบแนวคิด TPACK ที่เกี่ยวข้องกับพันธุศาสตร์ของ Irmak and Tüzün (2018) แบบสำรวจนี้จำแนกความเห็นตาม Likert Scale ออกเป็น 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่านตรวจสอบและให้คำแนะนำแก่ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหาผู้เชี่ยวชาญทางด้านสื่อการเรียนรู้และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการวัดและประเมินผลเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาภาษาตลอดจนความสมบูรณ์ของเครื่องมือแล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence : IOC) ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องเท่ากับ 0.67-1.00 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องในเกณฑ์ที่ยอมรับได้หลังจากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนนำไปทดลองใช้จริง

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

1. ขั้นตอนการดำเนินการสร้างเครื่องมือ

3.1 แบบสอบถามความสมัครใจ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น

3.1.1 ศึกษาข้อมูล และทฤษฎีการเรียนรู้สำหรับผู้ใหญ่ (Adult Learning)

3.1.2 ดำเนินการสร้างแบบสอบถามความสนใจ สำหรับครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โดยกำหนดข้อคำถามแบ่งออกเป็น 2 ตอน ได้แก่

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลเชิงลึกเกี่ยวกับความสนใจพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

3.2 แบบประเมินความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือดังนี้

3.2.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

3.2.2 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความสามารถในการสร้างเกมกระดานของครูวิทยาศาสตร์ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินเชิงคุณภาพได้แก่

- กระบวนการสร้างเกมกระดานอยู่ในเกณฑ์ “ทำได้ดี”
- กระบวนการสร้างเกมกระดานอยู่ในเกณฑ์ “ทำได้”
- กระบวนการสร้างเกมกระดานอยู่ในเกณฑ์ “พอทำได้”
- กระบวนการสร้างเกมกระดานอยู่ในเกณฑ์ “ต้องปรับปรุง”

3.3 แบบบันทึกการสะท้อนผลการเล่นเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

3.3.1 ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

3.3.2 กำหนดประเด็นการสะท้อนผล 3 ประเด็นครอบคลุมความรู้สึก ข้อดี ข้อจำกัดของเกม และการนำไปสู่การพัฒนาต่อไป ดังนี้

3.3.2.1 เมื่อได้เล่นเกมกระดานแล้ว มีความรู้สึกอย่างไร?

3.3.2.2 คิดว่าเกมกระดานนี้ทำให้ได้เรียนรู้เนื้อหาเรื่องอะไรบ้าง?

3.3.2.3 คิดว่าข้อดีของการเล่นเกมกระดานครั้งนี้คืออะไร?

3.3.2.4 หากอยากปรับปรุงเกมกระดานครั้งนี้ จะปรับส่วนไหน เพราะเหตุใด ?

3.4 แบบประเมินผลการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียนเมื่อได้เรียนรู้ผ่านเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

3.4.1 ศึกษาข้อมูลการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต

3.4.2 กำหนดประเด็นการประเมินผลการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน ทั้งหมด 3 ประเด็น และแบ่งเป็นระดับทั้งหมด 3 ระดับ (น้อย / ปานกลาง / มาก) ได้แก่

3.4.2.1 นักเรียนมีการรับรู้ / ความเข้าใจในกระบวนการของเกมกระดาน

3.4.2.2 นักเรียนรับรู้เนื้อหาสังคมเกษตรปลอดภัยผ่านเกมกระดาน

3.4.2.3 นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ผ่านเกมกระดาน

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

3.1 แบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

แบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต

2. ศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษา

3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยเพื่อเป็นข้อมูลให้สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิตโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

4. ศึกษาการสร้างแบบประเมินนวัตกรรมจากหนังสือ ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินนวัตกรรม

5. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบประเมินนวัตกรรม แบ่งคำถามออกเป็น 4 ด้าน คือ

ด้านที่ 1 ด้านเนื้อหา

ด้านที่ 2 ด้านภาษา

ด้านที่ 3 ด้านภาพประกอบ/สื่อ

ด้านที่ 4 ด้านประสิทธิภาพและความคงทน

โดยกำหนดรูปแบบของแบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตเป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ แบบประเมินนวัตกรรมมี 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้สร้างนวัตกรรมนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ตอนที่ 2 รายการประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นแบบมาตราส่วน เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยผู้วิจัยได้กำหนดคะแนนของคำตอบแต่ละข้อดังนี้

- | | | |
|---|---------------------------|-------------|
| 5 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ดีมาก |
| 4 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ดี |
| 3 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ปานกลาง |
| 2 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | น้อย |
| 1 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ควรปรับปรุง |

เกณฑ์การตัดสินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ใช้เกณฑ์ดังนี้

- ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดีมาก
 ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ดี
 ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ปานกลาง
 ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ น้อย
 ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง ระดับคุณภาพ ควรปรับปรุง

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

6. นำแบบประเมินนวัตกรรมที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิตจำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการประเมินผล ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการการเรียนรู้ มีคุณสมบัติคือ มีประสบการณ์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ มาเป็นเวลา 5 ปี

7. นำแบบประเมินนวัตกรรมที่ได้แก้ไขปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้เสนอแนะแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้านเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษา สำคัญที่ต้องการวัด รวมถึงความเหมาะสมของภาษาและพิจารณาปรับปรุงแก้ไข โดยมีผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 2 ท่าน ตามด้านเนื้อหาสารสนเทศและด้านภาษาดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสารสนเทศและด้านภาษา มีคุณสมบัติคือ ประสบการณ์เกี่ยวกับการสอนนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา มีประสบการณ์เกี่ยวกับการสอน เป็นเวลา 3 - 5 ปี ขึ้นไป

8. หาความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Consistency: IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด คำนวณจากสูตร โดยการกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา

0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา

-1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาไม่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา

นำผลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาทำการคัดเลือกข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการพิจารณาแล้วว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะที่กำหนด นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา เพราะวัดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะที่ต้องการวัดอยู่ระหว่าง 0.66-1.00

9. จัดพิมพ์แบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ฉบับจริงทั้งแบบปรี้นและแบบออนไลน์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล

3.2 แบบประเมินความพึงพอใจ จากผู้เข้าร่วมโครงการ

แบบประเมินความพึงพอใจการเข้าร่วมอบรมในการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบประเมินความพึงพอใจ

2. นำข้อมูลที่ได้มาสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

แบ่งคำถามออกเป็น 4 ด้าน คือ

ด้านที่ 1 ด้านวิทยากร

ด้านที่ 2 ด้านความรู้ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้

ด้านที่ 3 ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่

ด้านที่ 4 ด้านระยะเวลา/เทคโนโลยี

โดยกำหนดรูปแบบของแบบประเมินความพึงพอใจ การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า 5 ระดับ แบบประเมินความพึงพอใจ มี 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมโครงการ การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ตอนที่ 2 รายการแบบประเมินความพึงพอใจ การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต เป็นแบบมาตราส่วน เป็นแบบมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Rating Scale) ตามแบบของลิเคิร์ต (Likert) โดยผู้วิจัยได้กำหนดคะแนนของคำตอบแต่ละข้อดังนี้

- | | | |
|---|---------------------------|-------------|
| 5 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ดีมาก |
| 4 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ดี |
| 3 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ปานกลาง |
| 2 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | น้อย |
| 1 | ให้ค่าน้ำหนักคะแนนเท่ากับ | ควรปรับปรุง |

เกณฑ์การตัดสินแบบประเมินความพึงพอใจ การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ใช้เกณฑ์ดังนี้

- | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------|
| ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 | หมายถึง ระดับคุณภาพ | ดีมาก |
| ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 | หมายถึง ระดับคุณภาพ | ดี |
| ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 | หมายถึง ระดับคุณภาพ | ปานกลาง |
| ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 | หมายถึง ระดับคุณภาพ | น้อย |
| ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 | หมายถึง ระดับคุณภาพ | ควรปรับปรุง |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะอื่น ๆ

6. นำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอให้ผู้เชี่ยวชาญ ด้านสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิตจำนวน 1 ท่าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะของนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการวัดและการประเมินผล ดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการการเรียนรู้ มีคุณสมบัติคือ มีประสบการณ์ เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ มาเป็นเวลาอย่างน้อย 3 ปี

7. นำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่ได้แก้ไขปรับปรุงตามที่ผู้เชี่ยวชาญด้านสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิตได้เสนอแนะแล้วไปให้ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพิจารณาตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องด้านเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษา สำคัญที่ต้องการวัด รวมถึงความเหมาะสมของภาษาของข้อคำถาม และพิจารณาปรับปรุงแก้ไข โดยมีผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด 2 ท่าน ตามด้านเนื้อหาสารสนเทศและด้านภาษาดังนี้

ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสารสนเทศและด้านภาษา มีคุณสมบัติคือ ประสบการณ์เกี่ยวกับการสอน นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา มีประสบการณ์เกี่ยวกับการสอน เป็นเวลา 3 - 5 ปี ขึ้นไป

8. หาความตรงเชิงเนื้อหา (Index of Consistency: IOC) ระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด คำนวณจากสูตร โดยการกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

+1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา

0 คะแนน เมื่อไม่แน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาที่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา

-1 คะแนน เมื่อแน่ใจว่าข้อนั้นมีเนื้อหาไม่สอดคล้องกับตัวแปรที่ต้องการศึกษา

นำผลที่ได้จากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญมาทำการคัดเลือกข้อคำถามที่ผู้เชี่ยวชาญได้ทำการพิจารณาแล้วว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับนิยามศัพท์เฉพาะที่กำหนด นำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วเทียบเกณฑ์มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 ข้อคำถามมีความตรงเชิงเนื้อหา เพราะวัดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ ผลการวิเคราะห์ความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามกับนิยามศัพท์เฉพาะที่ต้องการวัดอยู่ระหว่าง 0.66-1.00

9. จัดพิมพ์แบบประเมินความพึงพอใจ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ฉบับจริงทั้งแบบปรินต์และแบบออนไลน์เพื่อนำไปใช้เก็บข้อมูล

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ระยะที่ 1

ผู้วิจัยออกแบบการศึกษาข้อมูลพื้นฐาน ศึกษาเอกสารและวิเคราะห์ สังเคราะห์เกี่ยวกับการวางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จากนั้นสร้างและพัฒนาและหาประสิทธิภาพของเครื่องมือโดยการวิเคราะห์และสรุปข้อมูลพื้นฐานจากการศึกษาเอกสาร แนวคิด หลักการและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ พัฒนาและสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ (มคอ.3) ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยผู้วิจัยกำหนดขอบเขตเนื้อหา วัตถุประสงค์ คำชี้แจงสำหรับผู้สอน สำหรับผู้เรียน วัตถุประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนในการจัดการเรียนรู้ ลักษณะของกิจกรรม ใบกิจกรรม การวัดและประเมินผล โดยแผนการจัดการเรียนรู้ใช้ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 15 สัปดาห์ โดยเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ แบบสัมภาษณ์กึ่งโครงสร้าง

ระยะที่ 2

1) นักศึกษาครูในชั้นปีที่ 5 ออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู (ปส.1) ในโรงเรียนภายในจังหวัดเพชรบูรณ์ ในเขตอำเภอหล่มเก่า อำเภอหล่มสัก อำเภอเขาค้อ

2) ผู้วิจัยดำเนินการติดตามนักศึกษาครูจำนวน 3 คนที่สมัครใจในการใช้กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนในรายวิชาวิทยาศาสตร์ที่ตนเองได้ออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในโรงเรียนภายในจังหวัดเพชรบูรณ์

3) ผู้วิจัยศึกษาการนำกิจกรรมที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยทั้ง 3 คนไปใช้ในการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนที่ฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูได้โดยเก็บรวบรวมข้อมูลซึ่งดูจากแผนการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาออกแบบขึ้นและนำไปใช้สอนจริงในชั้นเรียน

4) ผู้วิจัยดำเนินการสัมภาษณ์ถึงโครงสร้าง กับนักศึกษาทั้ง 3 คน ในประเด็นเกี่ยวกับสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย และประเมินสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

การวิจัยครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 ระยะ ได้แก่

ระยะที่ 1 ระยะการศึกษาความสามารถในการพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ในระยะนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นรับสมัครครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ มัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเข้าร่วมวิจัยพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง จำนวน 5 ท่าน เพื่อพัฒนาเกมกระดานร่วมกัน

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นวัดระดับความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนผลระดับความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

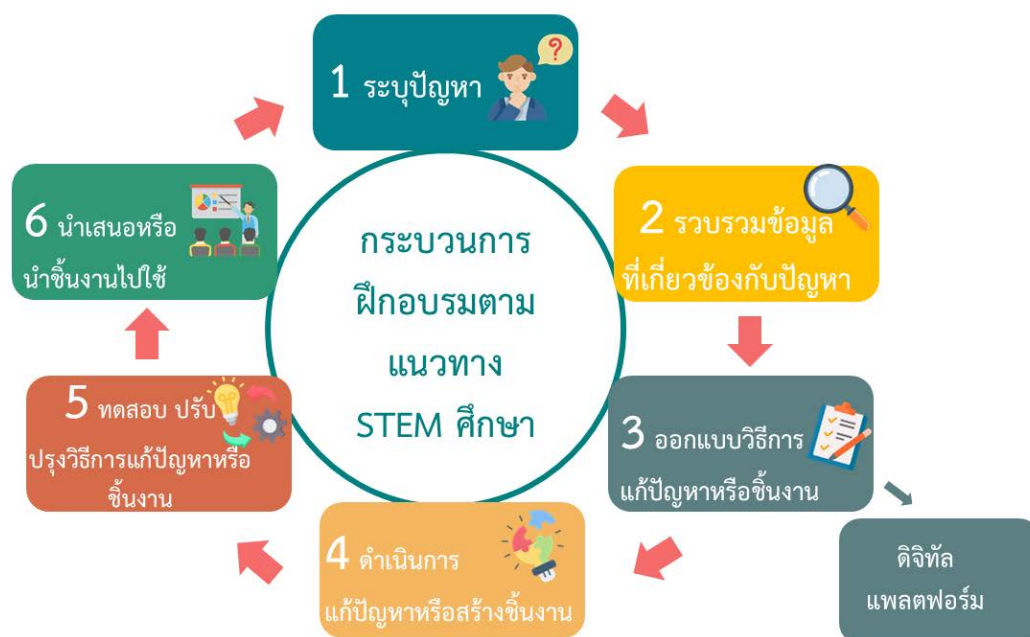
ระยะที่ 2 ระยะพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ในระยะนี้เป็นระยะที่ผู้วิจัย และครูวิทยาศาสตร์ รวมถึงผู้เชี่ยวชาญด้านเกมกระดาน และเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ร่วมกันพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และทดลองใช้

ระยะที่ 3 ระยะการประเมินผลการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน เมื่อได้เรียนรู้การนำเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ในระยะที่ 3 นี้ เป็นระยะที่นำเกมกระดานผนวก

การใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงไปใช้กับผู้เรียน เพื่อวัดระดับการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต เกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเกษตรปลอดภัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

1. ศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต
2. ศึกษารวบรวมข้อมูลต่าง ๆ จากเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อเป็นข้อมูลในการศึกษา
3. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยเพื่อเป็นข้อมูลให้สอดคล้องกับงานวิจัยเรื่องการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิตโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต
4. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาทั้งหมดมาวิเคราะห์แล้วสรุปเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปออกแบบนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต
5. ออกแบบนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยออกแบบขั้นตอนตามกระบวนการของ ADDIE Model
6. พัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยพัฒนาขั้นตอนตามกระบวนการของ ADDIE Model
7. ดำเนินการตามกระบวนการนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยแบ่งการอบรมเป็น 2 ครั้ง ดังนี้



รูปที่ 3.1 วัฏจักรตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

จัดอบรมครั้งที่ 1 จัดอบรมให้ความรู้เกี่ยวกับสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต เพื่อให้ผู้เข้าร่วมอบรมได้ทราบถึงที่มาของ ปัญหา และหาแนวทางแก้ไข จากนั้นออกแบบและสร้างนวัตกรรมเป็นของตนเองและให้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้คำแนะนำและปรับปรุง และนำไปเผยแพร่ให้กับนักเรียนหรือผู้สนใจ จากนั้นทำการประเมินผลความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรม

จัดอบรมครั้งที่ 2 เป็นการจัดอบรมเพื่อติดตามผลหลังจากที่ได้นำนวัตกรรมที่ได้สร้างขึ้นไปเผยแพร่ และพูดคุย แนะนำให้คำปรึกษาเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถนำความรู้ไปประยุกต์สร้างนวัตกรรมในด้านอื่นๆต่อไป และประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรม

8. เก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์และสังเคราะห์ผลการวิจัย ปรับปรุง ประเมินผล และสรุปผลวิจัย
9. นำเสนอความก้าวหน้าของโครงการวิจัย
10. เขียนรายงานผลการวิจัย เผยแพร่งานวิจัยและนำไปใช้ประโยชน์
11. จัดทำรูปเล่มรายงานวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือวิจัย มาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพด้วยวิธีการวิเคราะห์เนื้อหา (content analysis) เพื่ออ่าน จับใจความ ตีความ และจับประเด็นเรื่องราว รวมทั้งพยายาม ค้นหาแบบแผนของพฤติกรรมจนนำไปสู่ข้อสรุป และวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณด้วยสถิติอย่างง่าย

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ชุดแผนโครงการวิจัย เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่เน้นการแสวงหานวัตกรรมใหม่ ด้านการพัฒนาครูที่มีการพัฒนาระบบการผลิตครูเน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี กระบวนการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และการพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน เป็นงานวิจัยและพัฒนา เก็บข้อมูลวิจัยเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ โดยคณะผู้วิจัยรายงานตามวัตถุประสงค์การวิจัย ดังนี้

4.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

4.2 เพื่อพัฒนาระบบการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

4.3 เพื่อพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

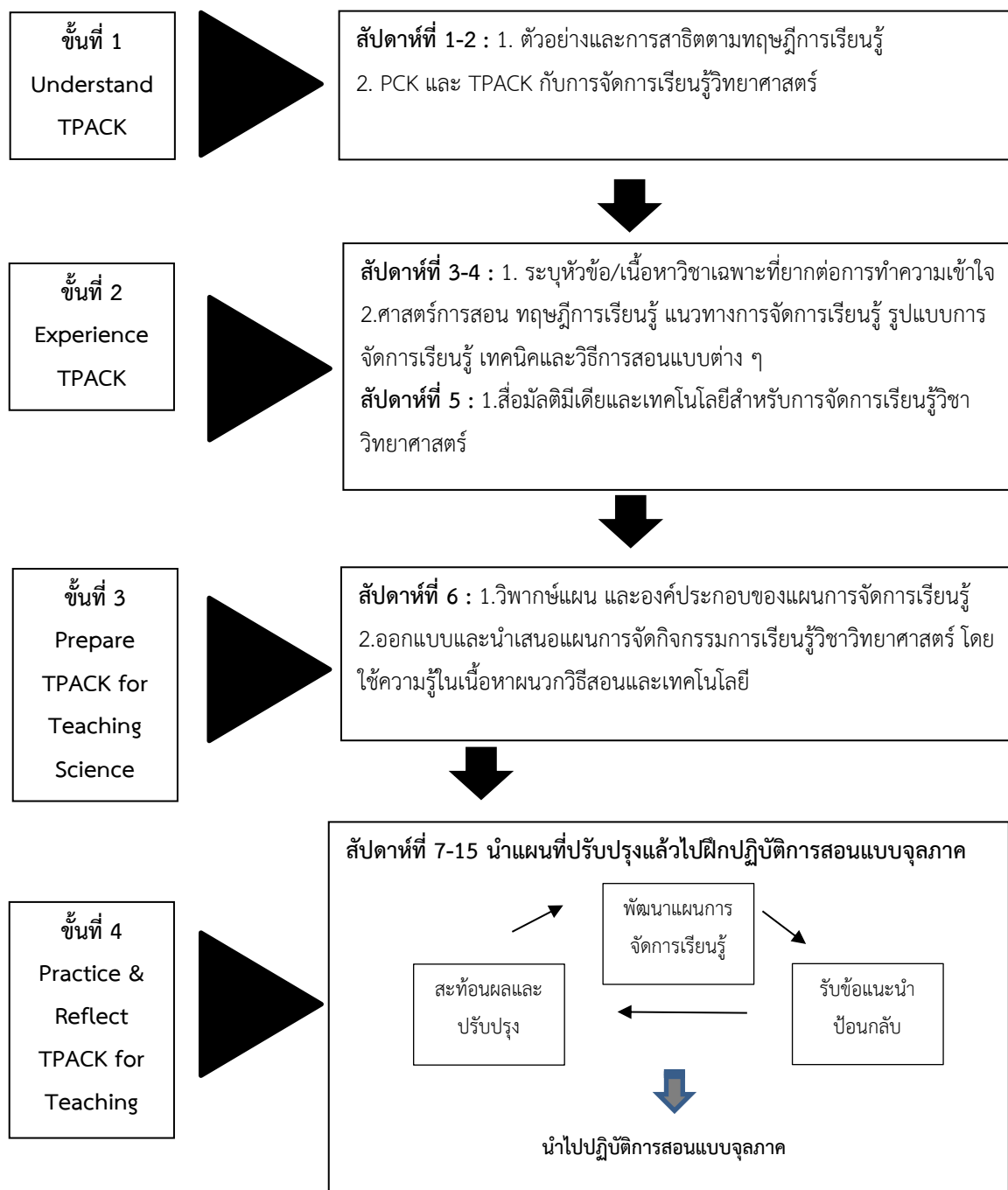
4.1 ผลการวิจัยของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1

“ศึกษาและพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน”

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี : ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย มาใช้ในกระบวนการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ โดยผู้วิจัยสังเคราะห์รูปแบบการพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี : ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

ดังนี้



รูปที่ 4.1 ระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตร
ปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจ (Understand TPACK)

ในขั้นนี้ จะเป็นการทำความเข้าใจ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK) และความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ผ่านกิจกรรมสาธิตรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี นำตัวอย่างวิธีจัดการการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากครุต้นแบบจากรายการโทรทัศน์ฉันจะเป็นครู โดยให้ผู้ร่วมวิจัยได้ประเมินและวิพากษ์การสอนเหล่านี้ จากประสบการณ์เดิม นักศึกษาก็จะทราบว่าตนเองได้หรือไม่ได้อะไร เพื่อนำไปสู่กรอบของการจัดการเรียนรู้ TPACK จากการอภิปรายร่วมกัน จากนั้นผู้วิจัยจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้นักศึกษาได้วิเคราะห์ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (misconception) จากกิจกรรมที่จัดขึ้น แล้วจะต้องหาตัวแทน (representation) มาจัดการเรียนรู้ ในหัวข้อ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีมาช่วยเป็นตัวแทน (representation) ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นให้ประสบการณ์ (Experience TPACK)

เป็นการให้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีที่ช่วยในการทำความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และสอนการใช้การโปรแกรมและแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น PhET, Quiver, V-Player, Zappar, Poll-Everywhere, Quizizz, Plicker เป็นต้น นอกจากนี้ยังจัดกิจกรรมให้นักศึกษาได้วิพากษ์แผนการจัดการเรียนรู้ พิจารณาองค์ประกอบของแผน แล้วให้ช่วยกันอภิปรายร่วมกันว่าสิ่งไหนดี ไม่ดี จะต้องแก้ไขอย่างไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงต้องแก้ไข จากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและนำเสนอเพื่อรับข้อมูลป้อนกลับ (feedback) จากเพื่อนร่วมชั้นและผู้วิจัยก่อนนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนฝึกปฏิบัติ (Prepare TPACK for Teaching Science)

ในขั้นนี้ นักศึกษาจะได้ฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งที่ 1 หลังจากนั้นนักศึกษาประเมินตนเอง เพื่อนร่วมชั้นและผู้วิจัยสะท้อนผลร่วมกันเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 ขั้นการปฏิบัติ การสะท้อนผลและการแก้ไข (Practice and Reflect TPACK for Teaching Science)

ในขั้นนี้ นักศึกษาจะได้ฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งที่ 2 นักศึกษาประเมินตนเอง เพื่อนร่วมชั้นและผู้วิจัยสะท้อนผลร่วมกันเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข

หลังจากจัดการเรียนรู้เสร็จสิ้นตลอดภาคเรียนที่ 1 นักศึกษามีสมรรถนะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ด้านของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยมีนักศึกษาส่วนมากจำนวน 26 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 70.30 ที่เห็นด้วยกับสมรรถนะในประเด็นดังต่อไปนี้ ฉันทสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์

ระหว่างแนวคิดวิทยาศาสตร์เข้ากับประเด็นทางสังคมกับชีวิตประจำวันได้เสมอ ฉันสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมเมื่อพบว่านักเรียนไม่เข้าใจ ฉันสามารถเลือกรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในสาระวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉันสามารถใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

นักศึกษาศาสาวิทยาศาสตร์ทั่วไปชั้นปีที่ 5 จำนวน 3 คน ที่สมัครใจเข้าร่วมการวิจัย ได้นำรูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการสัมภาษณ์หลังนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพเสร็จสิ้นเกี่ยวกับประเด็นในด้านการเตรียมตัวก่อนสอน ระหว่างสอนและหลังการสอน ตลอดจนสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการใช้กิจกรรมเหล่านี้ ขอยกตัวอย่างคำตอบของนักศึกษา ดังนี้

การเตรียมตัวก่อนสอน

“ก่อนที่จะสอนนักเรียนเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ดิฉันมีการสืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาในเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมเพื่อที่จะทบทวนตนเองและเพื่อที่จะนำเนื้อหาที่น่าสนใจและเนื้อหาโดยสรุปมาจัดทำ PowerPoint ในการสอนนักเรียน จากนั้นดิฉันได้มีการค้นหาอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมที่ห้องวิทยาศาสตร์เพื่อที่จะนำมาเป็นตัวอย่างให้นักเรียนได้เห็นอุปกรณ์จริงๆ ในการจัดทำวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย เนื่องจากในกิจกรรมนักเรียนจะต้องต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมด้วยตนเองด้วยเทคโนโลยีสื่ออินเตอร์แอ็กทีฟพินิจูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า ด้วยตนเอง ซึ่งก่อนที่จะนำด้วยสื่ออินเตอร์แอ็กทีฟพินิจูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า ไปใช้ในห้องเรียนดิฉันได้มีการศึกษาและทดลองทำด้วยตนเองก่อนที่จะนำไปใช้กับนักเรียน รวมถึงเตรียมความพร้อมในเรื่องอุปกรณ์เครื่องมือสื่อสารของนักเรียน เนื่องจากการเป็นการต่อโดยใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ เช่น โทรศัพท์ แท็บเล็ต โน้ตบุ๊ค เป็นต้น ว่านักเรียนแต่ละคนในห้องเรียนมีเครื่องมือพร้อมในการเรียนและการทำกิจกรรมในครั้งนี้หรือไม่ และเตรียมเชื่อมโยงกับประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ เช่น กรณีไฟไหม้ที่ผับแห่งหนึ่งในชลบุรี ซึ่งทำให้มีผู้เสียชีวิต เป็นจำนวนมาก” และนำเชื่อมโยงต่อในแง่ของการนำไปใช้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร เพราะบ้านนักเรียนส่วนใหญ่ ทำอาชีพเกษตรกรรม เป็นเรื่องใกล้ตัว ซึ่งอาจจะทำให้นักเรียนสนใจมากยิ่งขึ้น” (นศ.1)

จะเห็นได้ว่านักศึกษามีการตระหนักรู้ในตนเอง คือการเข้าใจตนเองว่ายังมีส่วนบกพร่องหรือต้องเพิ่มเติมในประเด็นใด ก็จะเร่งดำเนินการแก้ปัญหาเตรียมความพร้อมก่อนสอน เช่น หาความรู้เพิ่มเติม

ระหว่างการสอน

“การจัดการเรียนการสอนเรื่อง วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เริ่มจากการทบทวนความรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับเรื่องอุปกรณ์ในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายว่าประกอบไปด้วยอะไรบ้างและแต่ละอย่างมีหน้าที่อย่างไร จากนั้นให้นักเรียนศึกษาการทำกิจกรรมการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมด้วยตนเองเพิ่มเติมหลังจากที่ครูผู้สอนได้แนะนำไปก่อนหน้านี้โดยศึกษาการสร้างแบบจำลองด้วยตนเองได้จากหนังสือเรียน สสวท. ม.3 เล่ม 2 เมื่อนักเรียนทำความเข้าใจกับวิธีการดำเนินกิจกรรมก็สามารถลงสร้างแบบจำลองวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมด้วยสื่ออินเตอร์แอ็กทีฟชิมูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นสื่อที่มีเครื่องมือในการต่อวงจรไฟฟ้าที่ครบทั้งวงจรรวมทั้งมีแอมป์มิเตอร์ที่สามารถวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรและโวลต์มิเตอร์ที่สามารถวัดค่าความต่างศักย์ในวงจรได้อีกด้วย”

“ซึ่งระหว่างทำกิจกรรมครูจะสังเกต การทำกิจกรรมของนักเรียนอยู่เสมอ และมีการให้นักเรียนร่วมกันบันทึกค่าที่วัดได้ของแต่ละกลุ่มว่าได้ค่ากระแสไฟฟ้าและค่าความต่างศักย์เมื่อต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้อย่างไรบ้าง ขณะทำกิจกรรมนักเรียนมีปัญหาหรือข้อสงสัยก็จะซักถามครูผู้สอนทันทีทำให้เกิดการอภิปรายปัญหาร่วมกันในชั้นเรียน นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำกิจกรรมและเกิดความเข้าใจในเรื่องการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากนักเรียนต้องต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมด้วยตนเองโดยใช้เทคโนโลยีสื่ออินเตอร์แอ็กทีฟชิมูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า” (นศ.1)

จะเห็นได้ว่านักศึกษาใช้กิจกรรมที่เน้นสื่อเทคโนโลยีได้สอดคล้องกับเนื้อหาได้ดี และเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในการรับประสบการณ์ใหม่ ๆ นอกจากนี้ยังพบว่า ผู้เรียนได้ประโยชน์จากการใช้กิจกรรมดังกล่าว เพราะจะช่วยดึงดูดความสนใจ ทำให้ผู้เรียนตั้งใจเรียนและอยากทำกิจกรรมกับนักศึกษาครูมากขึ้น

หลังการสอน

นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความต่างศักย์ไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า เมื่อต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าหลายตัวแบบอนุกรมได้ และนักเรียนทุกคนมีหลักฐานชิ้นงานส่งครูทุกคน ถือว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคโนโลยีสื่ออินเตอร์แอ็กทีฟชิมูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้า ทำให้นักเรียนทุกคนได้มีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมร่วมถึงสามารถเข้าใจเนื้อหาเกี่ยวกับการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนานได้ด้วยตนเอง อีกทั้งนักเรียนสามารถทบทวนความรู้โดยการสร้างแบบจำลองวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ด้วยตนเองนอกห้องเรียนได้ทุกเมื่อ เนื่องจากเทคโนโลยีสื่ออินเตอร์แอ็กทีฟชิมูเลชัน ตอน วงจรไฟฟ้าสามารถเข้าใช้งานได้ง่ายเพียงแค่นักเรียนใช้โทรศัพท์มือถือสแกน QR Code จากหนังสือเรียน หน้า

85 นอกจากนี้การเชื่อมโยงกิจกรรมไปจนถึงประเด็นออกแบบวงจรไฟฟ้า เพื่อไปใช้งานในการเกษตร หรือไร่นา สวนของบ้านนักเรียน ยังทำให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการเรียนมากยิ่งขึ้น” (นศ.1)

จะเห็นได้ว่ากิจกรรมที่เน้นสมรรถนะด้านความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ทำให้นักศึกษาได้ประยุกต์ใช้สื่อมากยิ่งขึ้น นักศึกษาสามารถประเมินตนเองได้ว่ากิจกรรมที่จัดให้ผู้เรียนนั้นก่อให้เกิดประโยชน์และเอื้ออำนวยต่อการเรียนรู้ได้ดี

สิ่งที่ได้เรียนรู้

“ได้เรียนรู้ว่าการใช้สื่อเทคโนโลยีสื่ออินเทอร์เน็ตแอ็กทีฟชุมชน ตอน วงจรไฟฟ้า สามารถลดเวลาครูผู้สอนในการเตรียมอุปกรณ์ในการทำการทดลอง อีกทั้งสื่อเทคโนโลยีที่ครูผู้สอนให้ใช้ในชั้นเรียนนักเรียนทุกคนสามารถที่จะทำกิจกรรมได้ด้วยตนเอง เรียนรู้เอง สร้างเอง ทำให้นักเรียนเกิดทักษะในการสร้างแบบจำลองวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมด้วยตนเอง เมื่อนักเรียนได้ลงมือทำกิจกรรมด้วยตนเองเมื่อเกิดปัญหานักเรียนก็สามารถอภิปรายกับเพื่อนร่วมชั้นและสามารถซักถามครูผู้สอนได้ทันทีขณะทำกิจกรรม รวมถึงการใช้สื่ออินเทอร์เน็ตแอ็กทีฟชุมชน ตอน วงจรไฟฟ้า สะดวกในการทำกิจกรรมในชั้นเรียนที่มีเวลาจำกัดเนื่องจากไม่ต้องเตรียมอุปกรณ์ก่อนเรียนและเก็บอุปกรณ์หลังจากทำกิจกรรมเสร็จอีกด้วย” (นศ.1)

นักศึกษาก็ยังคงเห็นความสำคัญของกิจกรรมที่เน้นสมรรถนะด้านความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ว่าเป็นรูปแบบกิจกรรมที่ทำมาสำหรับการออกแบบการสอนของผู้สอนเองและยังมีประโยชน์ต่อตัวผู้เรียนจึงทำให้อยากที่จะนำไปใช้ต่อไปในอนาคต



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างกิจกรรมการจัดการเรียนรู้ที่เน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยีในรายวิชาวิทยาศาสตร์

นอกจากนี้ ผู้วิจัย ได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม โดยใช้ประเด็นคำถามดังต่อไปนี้ นักศึกษามีวิธีการเลือกใช้เทคโนโลยีในชั้นเรียนอย่างไร หากมีประเด็นทางสังคมเกิดขึ้น นักศึกษาจะเชื่อมโยงบทเรียนเข้ากับสถานการณ์ในชีวิตจริงอย่างไรได้บ้าง นักศึกษาจะใช้วิธีการใดเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนในขณะสอน โดยผู้วิจัยสังเคราะห์ เป็นประเด็นที่ค้นพบเกี่ยวกับ สมรรถนะความรู้เนื้อหาพจนานุกรมวิธีสอนและเทคโนโลยี : ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ได้ดังนี้

การเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์

นักศึกษามีการเลือกใช้เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับเรื่องที่เรียนหรือสิ่งที่จะทำ เลือกเทคโนโลยีที่มีความปลอดภัยแต่คุ้มค่าต่อการเรียนรู้ และเลือกเทคโนโลยีที่มีผู้เรียนสามารถเข้าถึงได้ครบถ้วนทุกคน เพื่อการเรียนรู้ได้อย่างทั่วถึง มีการเลือกโดยอิงตาม TPACK ที่เน้นการใช้งานแตกต่างกันและเลือกโดยคำนึงถึงความยากง่ายในการใช้งานของครูและนักเรียน เลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัยของนักเรียน เน้นสื่อการสอนที่เข้าใจได้ง่าย เลือกใช้เทคโนโลยีโดยคำนึงถึงความเหมาะสมของเนื้อหาที่

สอนและวัยของผู้เรียน เลือกเทคโนโลยีที่เด็กเข้าถึงได้ง่าย ใช้งานง่าย ไม่เสียค่าใช้จ่าย และสามารถสอดแทรกเนื้อหาเข้าไปในเทคโนโลยีที่เลือกมาได้ เช่น ถ้าเป็นกิจกรรมตอบคำถามจะเลือกใช้แอปพลิเคชัน wordwall เพราะ เป็นแอปพลิเคชันที่นักเรียนให้ความสนใจ มีโปรแกรมในการเลือกใช้เยอะพอสมควร คิดว่าเพียงพอต่อความต้องการของเด็ก เลือกใช้เทคโนโลยีที่มีความเหมาะสมกับเนื้อหา เช่น ในการสอนเรื่องที่จะต้องทดลองก็จะเลือกใช้โปรแกรม Phet เป็นต้น

ดังนั้น ผู้วิจัยพบว่า หลักการเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีสามารถเลือกได้จากการพิจารณา ดังนี้

1. พิจารณาเนื้อหาที่ใช้ในการสอนว่าต้องสอนเรื่องอะไร และเลือกเทคโนโลยีมาช่วยการการสื่อถึงเนื้อหา หรือเทคโนโลยีที่ทำให้นักเรียนเห็นภาพชัดเจนยิ่งขึ้น 2. พิจารณาจากอายุ ระดับชั้นของนักเรียน เพราะถ้าใช้สื่อที่มีความซับซ้อนมากอาจไม่เหมาะสมในระดับชั้นของผู้เรียน แต่ก็อาจแก้ปัญหาด้วยการใช้เทคโนโลยีอื่นหรืออธิบายรายละเอียดการใช้งานให้เข้าใจ 3. เลือกจากความชำนาญของครูผู้สอนเอง จะช่วยได้มากถ้าครูชำนาญเทคโนโลยีที่นำมาใช้สอน

การเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ในชั้นเรียน

นักศึกษามีการนำประเด็นสังคมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันเป็นกรณีตัวอย่าง และนำประเด็นเหล่านั้นให้นักเรียนมองเหตุการณ์และแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เช่น ภัยแล้งที่เกิดขึ้นกับการเกษตร ปัญหาศัตรูพืช โดยนำประเด็นทางสังคมเข้ามามีส่วนร่วมในชั้นการสอน เพื่อกระตุ้นความสนใจของนักเรียน ก่อนการจัดการเรียนการสอน ด้วยการยกตัวอย่างสถานการณ์มากระตุ้นความสนใจให้กับนักเรียน นำประเด็นทางสังคมมาเชื่อมโยงกับบทเรียน เช่น นำสถานการณ์ที่เกิดขึ้นมาพูดในชั้นกระตุ้นความสนใจของนักเรียน โดยนำสถานการณ์นั้นมาให้นักเรียนได้วิเคราะห์และแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ถ้าประเด็นนั้นมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่เรียนก็อาจจะนำมาปรับใช้กับการสอน

นอกจากนี้นักศึกษายังมีการนำประเด็นทางสังคมเรื่องปัญหาโลกร้อน สามารถนำไปเชื่อมโยงเข้ากับบทเรียนในเรื่องของสาเหตุของภาวะโลกร้อน ผลกระทบของปัญหาโลกร้อนและวิธีการลดปัญหาโลกร้อน นำประเด็นทางสังคมมาเป็นฐานในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ให้นักเรียนได้วิเคราะห์ถึงเหตุและผลของประเด็นต่าง ๆ รวมถึงให้นักเรียนได้ตกตะกอนความคิด และมองเห็นความสำคัญของประเด็นนั้น ๆ ว่าเกี่ยวข้องกับชีวิตของนักเรียนอย่างไร เพื่อเชื่อมโยงประเด็นทางสังคมเข้ากับชีวิตจริงของนักเรียน

ดังนั้น โดยครูผู้สอนจะต้องตั้งสถานการณ์ในปัจจุบันที่นักเรียนสนใจซึ่งจะต้องเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียนเพื่อความเข้าใจ โดยมีการให้นักเรียนหาข้อมูลจากเว็บไซต์ที่สามารถเชื่อถือได้มาทำการ

พูดคุยกันในกลุ่ม การนำเอาประเด็นทางสังคม มาใช้ในการจัดการเรียนการสอนโดยมุ่งเน้นให้นักเรียน มีการโต้แย้งเพื่อส่งเสริมการอภิปรายที่มีต่อเหตุการณ์นั้น ๆ

การตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียนขณะจัดการเรียนรู้

ผู้วิจัยพบว่า นักศึกษาระดับสูง การใช้คำถาม เพราะหากนักเรียนเกิดความเข้าใจนักเรียนจะตอบโต้ได้ในตอนนั้นเลยทันที และผู้สอนการถามทวนซ้ำ การให้นักเรียนสรุปท้ายคาบตามความเข้าใจ การทำแบบฝึกหัด หรือแบบทดสอบ หรืออาจมีใบกิจกรรมท้ายบท แอปพลิเคชันถามตอบอาจแทรกในเนื้อหาของเกมเพื่อให้ผู้เรียนไม่ตึงเครียด หรืออาจเป็นการถามตอบผ่านแอปพลิเคชัน โดยในการตรวจสอบเน้นการตรวจสอบแบบรายบุคคลเพื่อจะได้รู้ว่าแต่ละตัวบุคคลมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด ใช้วิธีการถามเพื่อทดสอบความเข้าใจ หรือการให้นักเรียนทำแบบทดสอบออนไลน์ และการเขียนสรุปความเข้าใจของตนเอง

ดังนั้นการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนมีหลากหลายวิธี เช่น การใช้คำถามระหว่างที่สอน การให้ทำแบบทดสอบ หรือว่าให้นักเรียนอธิบาย ซึ่งการให้นักเรียนอธิบายจะมีประสิทธิภาพดีกว่าเพราะว่าถ้านักเรียนเข้าใจจริงเขาจะต้องอธิบายในสิ่งที่เข้าใจให้ครูฟังได้ และครูผู้สอนสามารถใช้คำถามเสริมเข้าไปเพิ่มเติมได้

4.2 ผลการวิจัยของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2

“พัฒนากระบวนการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน”

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ระยะที่ 1 ระยะการศึกษาความสามารถในการพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ในระยะนี้ผู้วิจัยจัดกิจกรรมทั้งหมด 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 ขึ้นรับสมัครครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ มัธยมศึกษาตอนต้น เพื่อเข้าร่วมวิจัยพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ผลการรับสมัครครูวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาและ มัธยมศึกษาตอนต้นเพื่อเข้าร่วมวิจัยพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง เพื่อมาพัฒนาเกมกระดานร่วมกันนั้น มีผู้สมัครเข้ามาจำนวน 8 ท่าน แต่เมื่อได้กำหนดแนวทางในการพัฒนาเกมแล้วมีครูที่ติดภารกิจ ทำให้ไม่สามารถเข้าร่วมการพัฒนาได้ 3 ท่าน จึงมีครูที่เข้าร่วมพัฒนาเกมทั้งหมดตลอดกระบวนการทั้งหมด 5 ท่าน รายละเอียดข้อมูลพื้นฐาน ดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 แสดงข้อมูลผู้เข้าร่วมวิจัย

ชื่อ (นามสมมติ)	โรงเรียน	ระดับชั้นที่ รับผิดชอบ	เพศ	ช่วงอายุ (ปี)	เหตุผลที่ตัดสินใจเข้าร่วมพัฒนา
ครูวินัย	A	ม.1	ชาย	30-40	อยากใช้กิจกรรมอื่นในการสอน วิทยาศาสตร์บ้าง
ครูกมล	A	ม.2-3	ชาย	30-40	อยากมีตัวเลือกในการสอนมาก ขึ้น
ครูรัตนา	B	ม.1	หญิง	20-30	อยากเพิ่มความรู้เรื่องเกม กระดานในตนเอง
ครูชัยยา	B	ม.2	ชาย	20-30	ต้องการสร้างสื่อวิทยาศาสตร์ที่ สามารถทำให้นักเรียนเรียนรู้ วิทยาศาสตร์ได้ดี
ครูพิมาย	C	ม.2	หญิง	30-40	อยากรู้กระบวนการสร้างเกม กระดานที่ถูกต้อง

จะเห็นได้ว่า จากตารางที่ 4-1 สาเหตุที่ครูตัดสินใจเข้าร่วมการพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ส่วนใหญ่ครูต้องการจะเพิ่มความสามารถเกี่ยวกับกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ให้กับตนเอง รวมถึงเพิ่มทางเลือกการเรียนรู้ให้ผู้เรียน ในการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์อีกด้วย นอกจากนี้อายุเฉลี่ยของครูที่เข้าร่วมพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงนั้น จะอยู่ในวัยเริ่มบรรจ ที่อายุ 20 ปีขึ้นไป แต่ไม่เกิน 40 ปี และครูทั้งหมดนี้สอนอยู่ในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นตอนวัดระดับความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

ในขั้นตอนนี้ ผู้วิจัยพบว่าผู้เข้าร่วมการพัฒนาเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงมีความสามารถเกี่ยวกับการสร้างเกมกระดานในแต่ละประเด็นคิดเป็นร้อยละ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4.2 ความสามารถเกี่ยวกับการสร้างเกมกระดานของครูวิทยาศาสตร์

ประเด็น	ร้อยละ (คน)	การตีความของผู้วิจัย
ครูคิดสถานการณ์ของเกมกระดานที่มีความเป็นไปได้ และน่าสนใจ	60.0 (3)	ครู 3 คนที่คิดสถานการณ์ได้น่าสนใจ เป็นปัจจุบัน และกำลังเป็นที่สนใจ ของผู้เรียน

ประเด็น	ร้อยละ (คน)	การตีความของผู้วิจัย
ครูเชื่อมโยงสถานการณ์ กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เข้ากันได้	40.0 (2)	ครู 2 คน สามารถเชื่อมโยงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ กับสถานการณ์ได้ดี และสามารถแยกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ออกมาเป็นเรื่องๆ ได้อย่างชัดเจน
ครูคิดการจบเกมกระดานได้หลากหลายวิธี ใน 1 เกม	60.0 (3)	วิธีการจบเกมหลากหลายวิธีทำให้ เห็นว่าการเล่นเกมกระดานจะไม่น่าเบื่อ และใช้เวลานานเกินไป ซึ่งครู 3 คน ได้คิดวิธีการจบเกมได้มากกว่า 1 วิธี เช่น สะสมการ์ดมากทุก และ คะแนนมากที่สุด เป็นต้น

ก่อนทำการวัดความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ที่เข้าร่วมพัฒนาเกมกระดานนั้น ผู้เข้าร่วมการพัฒนาเกม ได้ทดสอบการเล่นเกมกระดานหลากหลายประเภท (รูปที่ 4.3) เพื่อให้ครูได้ผ่อนคลาย และทำความรู้จักเกมกระดานแต่ละประเภทมากขึ้น



รูปที่ 4.3 การทดสอบการเล่นเกมกระดานของครูวิทยาศาสตร์

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสะท้อนผลระดับความสามารถของครูวิทยาศาสตร์ในการสร้างเกมกระดาน
ผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง

จากผลการวิเคราะห์ตารางที่ 2 พบว่า มีครู 3 ใน 5 ท่าน คิดเป็นร้อยละ 60 ที่มีความสามารถในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ได้ดี เนื่องจาก ครูได้คิดสถานการณ์ของ

เกมกระดานที่มีความเป็นไปได้น่าสนใจ รวมถึงเป็นปัจจุบัน และกำลังเป็นที่สนใจของผู้เรียน เช่น เรื่อง SAR-Co2 เป็นต้น นอกจากนี้ยังเห็นว่าครูสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เข้ากันได้ และสามารถแยกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นเรื่องๆ ได้อย่างชัดเจน และการจบเกมกระดานได้หลากหลายวิธี ใน 1 เกม วิธีการจบเกมหลากหลายวิธีทำให้เห็นว่าการเล่นเกมกระดานจะไม่น่าเบื่อ และใช้เวลานานเกินไป ซึ่งส่วนใหญ่ ครูจะคิดวิธีการจบเกมได้มากกว่า 1 วิธี เช่น สะสมการ์ดมากทุก และคะแนนมากที่สุด เป็นต้น

ระยะที่ 2 รูปแบบการพัฒนาการสร้างเกมกระดานนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินงานตามกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking) ซึ่งผู้วิจัยสามารถวิเคราะห์รูปแบบการทำงานออกมาดังภาพที่ 4.4



รูปที่ 4.4 กระบวนการคิดเชิงออกแบบ (Design Thinking)

ระยะที่ 3 การประเมินผลการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน เมื่อได้เรียนรู้การนำเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ซึ่งเป็นระยะที่นำเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริงไปใช้กับผู้เรียน เพื่อวัดระดับการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต เกี่ยวกับประเด็นทางวิทยาศาสตร์ และสังคมเกษตรปลอดภัย ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล หลังจากนำเกมกระดานไปทดลองใช้กับผู้เรียน พบการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิต ดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 แสดงการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน

ประเด็น	ระดับการรับรู้ (ร้อยละ)		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
ผู้เรียนมีการรับรู้ / ความเข้าใจในกระบวนการของเกมกระดาน	70	20	10
ผู้เรียนรับรู้เนื้อหาสังคมเกษตรปลอดภัยผ่านเกมกระดาน	60	30	10
ผู้เรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ผ่านเกมกระดาน	90	10	0

จากตารางที่ 4-3 จะเห็นได้ว่าการรับรู้ในการเรียนรู้ตลอดชีวิตของผู้เรียน อยู่ในระดับมาก ซึ่งอันดับที่ 1 นักเรียนเห็นความสำคัญของการเรียนรู้ผ่านเกมกระดานที่ได้นำไปใช้ รองลงมาคือ ผู้เรียนมีการรับรู้ / ความเข้าใจในกระบวนการของเกมกระดาน และเกมกระดานทำให้ผู้เรียนรับรู้เนื้อหาสังคมเกษตรปลอดภัยผ่านเกมกระดานได้ถึงร้อยละ 60

4.3 ผลการวิจัยของวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2

“พัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน”

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

ผลการวิจัยครั้งนี้ได้มาจากการวิเคราะห์แบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำเสนอผลการวิจัย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบประเมินค่าความสอดคล้องของแบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมอบรมในโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (รูปแบบออนไลน์) (ภายใต้

โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต)

ตอนที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมโครงการติดตามผลเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต)

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 1 แบบประเมินค่าความสอดคล้องของแบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตและได้ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้และผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาสารสนเทศและด้านภาษา ได้ตรวจสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของเครื่องมือ โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) เพื่อนำไปใช้ในกระบวนการประเมินนวัตกรรม ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

ตารางที่ 4-4 ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ค่า IOC
	1	2	3		
1. ด้านเนื้อหาประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต					
1.1 เนื้อหามีความสอดคล้องกับมาตรฐานการเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
1.2 เนื้อหามีความสมบูรณ์ ถูกต้อง และครบถ้วนกับหัวข้อ	+1	+1	+1	3	1
1.3 เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียนและผู้สนใจ	+1	+1	+1	3	1

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่			ค่าเฉลี่ย	ค่า IOC
	1	2	3		
1.4 การจัดลำดับชั้นการนำเสนอเนื้อหาที่เหมาะสมเข้าใจง่าย	+1	+1	+1	3	1
2. ด้านภาษา					
2.1 ภาษาที่ใช้สื่อความหมายและเข้าใจได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1
2.2 ภาษาที่มีความเหมาะสมกับวัยหรือระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1
2.3 ภาษาที่ใช้ถูกต้อง ชัดเจน ทั้งคำศัพท์และไวยากรณ์	+1	+1	+1	3	1
3. ด้านภาพประกอบ/สื่อ					
3.1 รูปภาพมีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	+1	+1	+1	3	1
3.2 รูปภาพมีความน่าสนใจ และดึงดูดผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1
3.3 รูปภาพมีความเหมาะสมกับวัยหรือระดับชั้นของผู้เรียน	+1	+1	+1	3	1
3.4 รูปภาพและตัวหนังสือชัดเจนสามารถอ่านได้ง่าย	+1	+1	+1	3	1
4. ด้านประสิทธิภาพและความคงทน	+1	+1	+1	3	1
4.1 กระตุ้นความสนใจให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้	+1	+1	0	2	0.67
4.2 มีความสะดวก และง่ายต่อการนำไปใช้ในการจัดการเรียนการสอน	+1	+1	+1	3	1
4.3 มีความทันสมัย แปลกใหม่	+1	+1	+1	3	1
4.4 มีความคงทนสามารถนำกลับมาใช้ได้อีก	+1	+1	+1	3	1

ตารางที่ 4-4 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่าข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคม ครอบคลุมภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการประเมินนวัตกรรม ฯ จากการประเมินประสิทธิภาพค่า IOC อยู่ ในช่วง 0.5 – 1.00 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

ตอนที่ 2 แบบประเมินความพึงพอใจโครงการ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการ

เรียนรู้ตลอดชีวิต (ภายใต้โครงการ การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต)

ตารางที่ 4-5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินความพอใจ ต่อโครงการ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 35 คน มีผลการประเมินดังนี้

รายการประเมิน	($\bar{X}$)	(S.D.)	ความพึงพอใจ
ด้านวิทยาการ			
1. การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยาการ	4.62	0.50	มากที่สุด
2. การถ่ายทอดเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงประเด็น	4.62	0.50	มากที่สุด
3. ใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.73	0.45	มากที่สุด
4. การตอบคำถามของวิทยาการ	4.54	0.71	มากที่สุด
5. เอกสารประกอบการบรรยาย	4.54	0.65	มากที่สุด
ด้านความรู้ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้			
1. ความรู้ความเข้าใจในสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.62	0.53	มากที่สุด
2. สามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้	4.65	0.52	มากที่สุด
3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ในการปฏิบัติงานได้	4.73	0.45	มากที่สุด
4. สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้	4.69	0.47	มากที่สุด
ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่			
1. การประสานงานของเจ้าหน้าที่โครงการ	4.73	0.50	มากที่สุด
2. การอำนวยความสะดวกของเจ้าหน้าที่โครงการ	4.77	0.52	มากที่สุด
3. การให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามของเจ้าหน้าที่โครงการ	4.73	0.60	มากที่สุด
ด้านระยะเวลา/เทคโนโลยี			
1. ความพร้อมอุปกรณ์สื่อดัดแปลง	4.54	0.65	มากที่สุด
2. ระยะเวลาในการอบรม/สัมมนามีความเหมาะสม	4.46	0.71	มากที่สุด

ตารางที่ 4-5 พบว่า ความพึงพอใจต่อพอใจ ต่อโครงการเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยเรียงลำดับจากมากที่สุดไปหาน้อยที่สุด ดังนี้

ความพึงพอใจที่มีต่อโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (รูปแบบออนไลน์) (ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต)

ค่าเฉลี่ยด้านวิทยากร ทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.61 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.56 โดยมีความพึงพอใจสูงสุด เรื่อง ใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย ($\bar{X}$ = 4.73, S.D. = 0.45) รองลงมาคือ การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร ซึ่งสอดคล้องกับการถ่ายทอดเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงประเด็น ($\bar{X}$ = 4.62, S.D. = 0.50) รองลงมาคือ การตอบคำถามของวิทยากรสอดคล้องกับเอกสารประกอบการบรรยาย ($\bar{X}$ = 4.54, S.D. = 0.71, 0.65) ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยด้านความรู้ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้ ทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.67 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.53 โดยมีความพึงพอใจมากที่สุด เรื่อง สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานได้ ($\bar{X}$ = 4.73, S.D. = 0.45) รองลงมาคือ สามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ ($\bar{X}$ = 4.56, S.D. = 0.64) รองลงมาคือ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ ($\bar{X}$ = 4.69, S.D. = 0.47) รองลงมาคือ สามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ ($\bar{X}$ = 4.65, S.D. = 0.52) และรองลงมาลำดับสุดท้าย คือ ความรู้ความเข้าใจในสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ($\bar{X}$ = 4.62, S.D. = 0.53) ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ค่าเฉลี่ยทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด $\bar{X}$ = 4.74 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.50 โดยมีการอำนวยความสะดวกของเจ้าหน้าที่โครงการ ($\bar{X}$ = 4.77, S.D. = 0.52) และรองลงมา คือ การให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามของเจ้าหน้าที่โครงการ ซึ่งสอดคล้องกับการประสานงานของเจ้าหน้าที่โครงการ ($\bar{X}$ = 4.73, S.D. = 0.50) ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยด้านระยะเวลา/เทคโนโลยี ทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.50 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.67 โดยมีความพร้อมอุปกรณ์สื่อดิจิทัล ($\bar{X}$) = 4.54, S.D. = 0.65 รองลงมาคือ ระยะเวลาในการอบรม/สัมมนา มีความเหมาะสม ($\bar{X}$) = 4.46, S.D. = 0.71 ตามลำดับ

ทั้งนี้ ผลรวมการประเมินโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (รูปแบบออนไลน์) (ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรม

เพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต) ในภาพรวมค่าเฉลี่ยทุกด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.63 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)= 0.56 โดยมีความพึงพอใจในเรื่อง ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ($\bar{X}$) = 4.67, S.D.= 0.53) และรองลงมา คือ ด้านวิทยากร ($\bar{X}$) = 4.61, S.D.= 0.56) รองลงมา คือ ด้านระยะเวลา/เทคโนโลยี ($\bar{X}$) = 4.50, S.D.= 0.67) ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดมีผลประเมินอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

ทั้งนี้เมื่อข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมโครงการว่า มีเวลาในการจัดโครงการยาวนานเกินไป ได้องค์ความรู้เยอะ และวิทยากรทุกท่านให้ความรู้ได้อย่างครอบคลุม

ตอนที่ 3 แบบประเมินความพึงพอใจในการเข้าร่วมโครงการติดตามผลเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินความพอใจ ต่อโครงการเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 35 คน มีผลการประเมินดังนี้

รายการประเมิน	($\bar{X}$)	(S.D.)	ความพึงพอใจ
ด้านวิทยากร			
1. การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร	4.62	0.50	มากที่สุด
2. การถ่ายทอดเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงประเด็น	4.73	0.45	มากที่สุด
3. ใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย	4.73	0.45	มากที่สุด
4. การตอบคำถามของวิทยากร	4.62	0.71	มากที่สุด
5. เอกสารประกอบการบรรยาย	4.54	0.65	มากที่สุด
ด้านความรู้ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้			
1. ความรู้ความเข้าใจในสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา	4.62	0.53	มากที่สุด
2. สามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้	4.74	0.50	มากที่สุด

3. สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ในการปฏิบัติงานได้	4.73	0.45	มากที่สุด
4. สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้	4.69	0.47	มากที่สุด
ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่			
1. การประสานงานของเจ้าหน้าที่โครงการ	4.73	0.50	มากที่สุด
2. การอำนวยความสะดวกของเจ้าหน้าที่โครงการ	4.73	0.60	มากที่สุด
3. การให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามของเจ้าหน้าที่โครงการ	4.77	0.52	มากที่สุด
ด้านระยะเวลา/เทคโนโลยี			
1. ความพร้อมอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์	4.69	0.47	มากที่สุด
2. ระยะเวลาในการอบรม/สัมมนามีความเหมาะสม	4.54	0.65	มากที่สุด

ค่าเฉลี่ยด้านวิทยากร ทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.61 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)= 0.56 โดยมีความพึงพอใจสูงสุด เรื่อง การถ่ายทอดเนื้อหาได้ชัดเจนและตรงประเด็น ซึ่งสอดคล้องกับใช้ภาษาที่เหมาะสมและเข้าใจง่าย ($\bar{X}$ = 4.73, S.D.= 0.45) รองลงมาคือ การเตรียมตัวและความพร้อมของวิทยากร ซึ่งสอดคล้องกับการตอบคำถามของวิทยากร ($\bar{X}$ = 4.62, S.D.= 0.71) รองลงมาคือ เอกสารประกอบการบรรยาย ($\bar{X}$ = 4.54, S.D.= 0.71,0.65) ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยด้านความรู้ความเข้าใจและการนำความรู้ไปใช้ทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.67 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)= 0.53 โดยมีความพึงพอใจมากที่สุด เรื่อง สามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ ($\bar{X}$ = 4.74, S.D.= 0.50) รองลงมาคือ สามารถนำความรู้ที่ได้รับไปประยุกต์ในการปฏิบัติงานได้ ($\bar{X}$ = 4.73, S.D.= 0.45) รองลงมาคือ สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเป็นองค์ความรู้ใหม่ได้ ($\bar{X}$ = 4.69, S.D.= 0.47) รองลงมาคือ สามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจได้ ($\bar{X}$ = 4.65, S.D.= 0.52) และรองลงมาลำดับสุดท้าย คือ ความรู้ความเข้าใจในสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ($\bar{X}$ = 4.62, S.D.= 0.53) ตามลำดับ

ด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ค่าเฉลี่ยทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.74 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)= 0.50 โดยมีการให้คำแนะนำหรือตอบข้อซักถามของเจ้าหน้าที่โครงการ ($\bar{X}$) = 4.77, S.D.= 0.52) และรองลงมา คือ การอำนวยความสะดวกของเจ้าหน้าที่โครงการ ซึ่งสอดคล้องกับการประสานงานของเจ้าหน้าที่โครงการ ($\bar{X}$) = 4.73, S.D.= 0.50) ตามลำดับ

ค่าเฉลี่ยด้านระยะเวลา/เทคโนโลยี ทั้งด้านอยู่ในระดับมากที่สุด ($\bar{X}$) = 4.61 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)= 0.56 โดยมีความพร้อมอุปกรณ์โสตทัศนูปกรณ์($\bar{X}$) = 4.69, S.D.= 0.47 รองลงมาคือ ระยะเวลาในการอบรม/สัมมนามีความเหมาะสม ($\bar{X}$) = 4.54, S.D.= 0.65 ตามลำดับ

ทั้งนี้ผลรวมการประเมินโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (รูปแบบออนไลน์) (ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต) ($\bar{X}$) = 4.66 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)= 0.56 โดยมีความพึงพอใจในเรื่องด้านการให้บริการของเจ้าหน้าที่ ($\bar{X}$) = 4.74, S.D.= 0.50) และรองลงมา คือ ด้านความรู้ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้ ($\bar{X}$) = 4.67, S.D.= 0.53) รองลงมา คือ ด้านวิทยากร ซึ่งมีความสอดคล้องกับด้านระยะเวลา/เทคโนโลยี ($\bar{X}$) = 4.61, S.D.= 0.56) ตามลำดับซึ่งทั้งหมดมีผลประเมินอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

ทั้งนี้ข้อเสนอแนะจากผู้เข้าร่วมโครงการว่า สามารถนำความรู้ที่ได้จากการเข้าร่วมอบรมไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบนวัตกรรมกับเนื้อหาอื่น ๆ ได้

บทที่ 5

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

ชุดแผนโครงการวิจัย เรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ที่เน้นการแสวงหานวัตกรรมใหม่ ด้านการพัฒนาครูที่มีการพัฒนาระบบการผลิตครูเน้นสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี กระบวนการสร้างเกมกระดานผนวกเทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง และการพัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตอย่างยั่งยืน โดยคณะผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย ส่วนที่ 2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

5.1 สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสังเคราะห์ “รูปแบบการพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี” โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นทำความเข้าใจ (Understand TPACK)

ในขั้นนี้ จะเป็นการทำความเข้าใจ ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอน (PCK) และความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK) ผ่านกิจกรรมสาธิตรูปแบบการจัดการเรียนรู้โดยใช้ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี นำตัวอย่างวิดีโอการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์จากครูต้นแบบจากรายการโทรทัศน์ฉันจะเป็นครู โดยให้ผู้ร่วมวิจัยได้ประเมินและวิพากษ์การสอนเหล่านี้ จากประสบการณ์เดิม นักศึกษาก็จะทราบว่าตนเองได้หรือไม่ได้อะไร เพื่อนำไปสู่กรอบของการจัดการเรียนรู้ TPACK จากการอภิปรายร่วมกัน จากนั้นผู้วิจัยจัดกิจกรรมเพื่อทบทวนความเข้าใจเกี่ยวกับทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ ให้นักศึกษาได้วิเคราะห์ความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน (misconception) จากกิจกรรมที่จัดขึ้น แล้วจะต้องหาตัวแทน (representation) มาจัดการเรียนรู้ ในหัวข้อ ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้เทคโนโลยีมาช่วยเป็นตัวแทน (representation) ในเนื้อหาที่เป็นนามธรรม

ขั้นที่ 2 ขั้นให้ประสบการณ์ (Experience TPACK)

เป็นการให้ความรู้ทางด้านเทคโนโลยีที่ช่วยในการทำความเข้าใจเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ได้ง่ายขึ้น และสอนการใช้โปรแกรมและแอปพลิเคชันต่าง ๆ เช่น PhET, Quiver, V-Player, Zappar, Poll-Everywhere, Quizizz, Plicker เป็นต้น นอกจากนี้ยังจัดกิจกรรมให้นักศึกษาได้

วิพากษ์แผนการจัดการเรียนรู้ พิจารณาองค์ประกอบของแผน แล้วให้ช่วยกันอภิปรายร่วมกันว่าสิ่งไหนดี ไม่ดี จะต้องแก้ไขอย่างไรบ้าง เพราะเหตุใดจึงต้องแก้ไขจากนั้นผู้วิจัยได้ดำเนินการให้นักศึกษาได้ฝึกปฏิบัติการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีและนำเสนอเพื่อรับข้อมูลป้อนกลับ (feedback) จากเพื่อนร่วมชั้นและผู้วิจัยก่อนนำไปใช้ในการฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งที่ 1

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนการเตรียมการก่อนฝึกปฏิบัติ (Prepare TPACK for Teaching Science)

ในขั้นนี้ นักศึกษาจะได้ฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งที่ 1 หลังจากนั้นนักศึกษาประเมินตนเอง เพื่อนร่วมชั้นและผู้วิจัยสะท้อนผลร่วมกันเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข

ขั้นที่ 4 ขั้นการปฏิบัติ การสะท้อนผลและการแก้ไข (Practice and Reflect TPACK for Teaching Science)

ในขั้นนี้ นักศึกษาจะได้ฝึกปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งที่ 2 นักศึกษาประเมินตนเอง เพื่อนร่วมชั้นและผู้วิจัยสะท้อนผลร่วมกันเพื่อนำไปสู่การปรับปรุงแก้ไข

เมื่อผู้วิจัยได้นำรูปแบบการพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี มาใช้ตลอดภาคการศึกษาที่ 1/2564 ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ พบว่า นักศึกษามีสมรรถนะเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ด้านของความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยมีนักศึกษาส่วนมากจำนวน 26 คน หรือคิดเป็นร้อยละ 70.30 ที่เห็นด้วยกับสมรรถนะในประเด็นดังต่อไปนี้ ฉันสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างแนวคิดวิทยาศาสตร์เข้ากับประเด็นทางสังคมกับชีวิตประจำวันได้เสมอ ฉันสามารถปรับเปลี่ยนวิธีการจัดการเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมเมื่อพบว่านักเรียนไม่เข้าใจ ฉันสามารถเลือกรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ เพื่อส่งเสริมการเรียนรู้ของผู้เรียนในสาระวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ฉันสามารถใช้เทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ตามลำดับ

นอกจากนี้เมื่อนักศึกษาได้ปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคครั้งที่ 2 เสร็จสิ้น พบว่า นักศึกษาสะท้อนการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติที่เกิดขึ้น กล่าวคือมีความเข้าใจและมีแนวทางในการเลือกใช้รูปแบบการสอนที่จะมาช่วยส่งเสริมเนื้อหา ซึ่งแตกต่างจากเดิมคือใช้รูปแบบการสอน 5E มาโดยตลอด และเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีเพียงเพราะต้องการความสนุกโดยไม่ได้คำนึงถึงการช่วยส่งเสริมเนื้อหา แต่เนื่องด้วยเวลาอันจำกัดในการปฏิบัติการสอนแบบจุลภาคเพียง 30 นาที จึงอาจทำให้ไม่เห็นศักยภาพของนักศึกษาได้อย่างชัดเจน จะต้องมีการติดตามผลในการลงฝึกปฏิบัติการสอนในโรงเรียนในภาคเรียนต่อไปเป็นรายบุคคล (กรณีศึกษา) เพื่อการยืนยันได้อย่างชัดเจนว่า ตลอดระยะเวลา 1 ภาคเรียนที่ผ่านในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สามารถทำให้นักศึกษาเกิดการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติในการใช้ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในสภาพแวดล้อมจริงในโรงเรียนได้หรือไม่ อย่างไร ซึ่งพบว่า นักศึกษาทั้ง 3 คนมี

การเปลี่ยนแปลงในด้านความรู้เกี่ยวกับ PCK และ TPACK เพิ่มขึ้นจากที่ไม่เคยรู้มาก่อนเลย ก็ทราบถึงองค์ประกอบแต่ละด้าน และสามารถนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ในรายวิชาวิทยาศาสตร์ได้เมื่อออกฝึกประสบการณ์วิชาชีพ ถึงแม้ว่าในรายละเอียดของการเลือกใช้กลวิธีการสอนและการเลือกใช้สื่อเทคโนโลยีบางครั้งยังไม่เหมาะหรือยังไม่ส่งเสริมเนื้อหาบ้าง แต่ผู้วิจัยก็ค้นพบว่าต้องไม่คาดหวังว่าการปฏิบัติเหล่านั้นจะประสบความสำเร็จโดยทันทีทันใดหรือเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว แต่สิ่งสำคัญที่สุดก็คือการเรียนรู้ในสิ่งที่ต้องการจะเรียนรู้ ว่าเราได้เรียนรู้อะไรและมีการเปลี่ยนแปลงบ้างหรือไม่จนก่อให้เกิดผลลัพธ์ในทางที่ดีขึ้น

สื่อเทคโนโลยีที่ช่วยในการจัดการเรียนรู้หรือการบริหารจัดการชั้นเรียนที่นักศึกษาเลือกใช้มีหลากหลาย ได้แก่ Plickers, Quizizz, Powtoon, Poll everywhere เป็นต้น ซึ่งสื่อเหล่านี้ จะช่วยจัดการระบบการโต้ตอบในชั้นเรียนได้อย่างรวดเร็วประหยัดเวลาและมีผลการแสดงคำตอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังที่ สุระ วุฒิพรหม และคณะ (2560) ระบุว่า Plickers เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างโทรศัพท์มือถือที่มีกล้องถ่ายรูปพร้อมทั้งได้ติดตั้งแอปพลิเคชัน Plickers สำหรับสแกนแผ่น QR-Code คำตอบทั้งหมดที่ได้ จะถูกประมวลผลและแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ในขณะเดียวกันบนโทรศัพท์มือถือของผู้สอน จะได้รับคำตอบของผู้เรียนทั้งหมดเช่นเดียวกัน การจัดการเรียนรู้แบบเดิมที่เน้นการบรรยาย ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมน้อยมากและหมดความสนใจภายใน 20 นาทีแรก (Deslauriers et al., 2011)

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

ความสามารถของครูในการสร้างเกมกระดาน คิดเป็นร้อยละ 60 ที่มีความสามารถในการสร้างเกมกระดานผนวกการใช้เทคโนโลยีสื่อเสมือนจริง ได้ดี เนื่องจาก ครูได้คิดสถานการณ์ของเกมกระดานที่มีความเป็นไปได้ และน่าสนใจ รวมถึงเป็นปัจจุบัน และกำลังเป็นที่สนใจของผู้เรียน เช่น เรื่อง SAR-Co2 เป็นต้น นอกจากนี้ยังเห็นว่าครูสามารถเชื่อมโยงสถานการณ์ กับเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์เข้ากันได้ และสามารถแยกเนื้อหาวิทยาศาสตร์ออกมาเป็นเรื่องๆ ได้อย่างชัดเจน และการจบเกมกระดานได้หลากหลายวิธี ใน 1 เกม วิธีการจบเกมหลากหลายวิธีทำให้เห็นว่าการเล่นเกมกระดานจะไม่น่าเบื่อ และใช้เวลานานเกินไป ซึ่งส่วนใหญ่ ครูจะคิดวิธีการจบเกมได้มากกว่า 1 วิธี เช่น สะสมการ์ดมากทุก และคะแนนมากที่สุด เป็นต้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสนใจของครูในยุคปัจจุบันเริ่มนำเกมกระดานใช้เพื่อการศึกษาอย่างแพร่หลาย ดัง วรพล ยวงเงิน (2564) ได้กล่าวว่า เกมกระดานเพื่อการศึกษา คือส่วนผสมของความสุขสนุกสนานกับความรู้และการพัฒนาทักษะของผู้เล่น (เรียน) และสามารถเป็นได้ทั้งเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิจัยเพื่อพัฒนาการเรียนการสอน เกมกระดานเป็นนวัตกรรมสำหรับพัฒนาความรู้และทักษะการให้เด็กเล่นเกมบันไดงูและฝึกนับเลขไปด้วยในระหว่างที่เล่นทำให้เด็กจดจำตัวเลขได้ดีขึ้นหมายความว่ามันสามารถเป็นเครื่องมือที่

ใช้ในการจัดกระทำ (Treatment) เพื่อพัฒนาตัวแปรตามซึ่งคือความรู้หรือทักษะที่นักวิจัยสนใจศึกษานั้นเอง

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

5.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับแบบประเมินค่าความสอดคล้องของแบบประเมินนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต พบว่า ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน มีความเห็นสอดคล้องกันว่าข้อคำถามกับวัตถุประสงค์เกี่ยวกับนวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต มีเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการประเมินนวัตกรรม ฯ จากการประเมินประสิทธิภาพค่า IOC อยู่ ในช่วง 0.5 – 1.00 ซึ่งเป็นค่าที่สามารถนำไปใช้ได้

5.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต (รูปแบบออนไลน์) (ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต) ครั้งที่ 1 ที่เข้าร่วมโครงการ จำนวน 35 คน มีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยทุกด้าน ($\bar{X}$) = 4.37 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.74

5.1.3 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของผู้ตอบแบบประเมินโครงการติดตามผลเรื่อง การพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต โดยใช้ประเด็นทางสังคมเกษตรและอาหารและอาหารปลอดภัย ตามแนวทางสะเต็มศึกษา เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ภายใต้โครงการวิจัยเรื่อง การวิจัยและนวัตกรรมเพื่อพัฒนาครูโดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต ครั้งที่ 2 ผู้เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยทุกด้าน ($\bar{X}$) = 4.66 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) = 0.56

ผู้วิจัยได้พัฒนานวัตกรรมตามแนวทางสะเต็มศึกษา โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนาสมรรถนะการเรียนรู้ตลอดชีวิต การที่ครูสามารถนำประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย มาใช้จุดประกายความคิดให้ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้โดยเฉพาะการจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา ร่วมกับการส่งเสริมให้ครูนำเทคโนโลยีมาใช้เป็นสื่อในการจัดการเรียนรู้ ย่อมส่งผลให้กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มากขึ้น เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย ผู้เรียนเห็นความสำคัญของสิ่งที่อยู่ในชีวิตประจำวัน และสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่รอบตัว การจัดการเรียนรู้ตามแนวสะเต็มศึกษาในชั้นเรียน ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการจัดการ เรียนรู้ตามสภาพจริง

(Authentic learning) ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนได้เผชิญปัญหาและแก้ปัญหา จากสภาพจริง โดยคำนึงถึงบริบทแวดล้อมที่สัมพันธ์กับความเป็นจริง ซึ่งเป็นการเรียนรู้ที่มีความหมาย ต่อผู้เรียนจนนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้จากบริบทที่เป็นจริง โดยผู้เรียนได้ใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ในการศึกษาหาข้อมูลด้วยตนเองเพื่อแก้ไขปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อนในชีวิตประจำวัน

การจัดการเรียนรู้แบบสะเต็มศึกษา เป็นการจัดการเรียนรู้ที่มุ่งให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ระหว่างวิชาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี กระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมและคณิตศาสตร์ เพื่อนำไปแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตจริงและช่วยให้ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของการเรียนรู้แต่ละวิชา แต่อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษา ในประเทศไทยยังขาดความชัดเจนและเอกลักษณ์ตามลักษณะและธรรมชาติของวิชา ดังนั้น การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ตามแนวทางสะเต็มศึกษาที่เน้นการสร้างนวัตกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาเชิงเกษตรและอาหารปลอดภัยเป็นแกนของเรื่อง จึงนับว่าเป็นภารกิจที่ท้าทาย ในขณะเดียวกันก็เป็นความหวังอีกทางหนึ่ง ในการมุ่งเน้นให้ผู้เรียนใช้แนวคิดดังกล่าวติดตัวไปจนก่อให้เกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิต

5.2 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

5.2.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1) จากข้อค้นพบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสำหรับนักศึกษาเกี่ยวกับการนำเสนอความรู้นี้ เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี : ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์นั้น พบว่ามีเงื่อนไขแห่งการปฏิบัติหรือสิ่งที่อยู่เบื้องหลังการมีพฤติกรรมที่น่าสนใจ คือ เงื่อนไขที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่ปรากฏอยู่ในรายวิชาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ กล่าวคือการมีความรู้ในเนื้อหาวิชา และหลักการเลือกใช้สื่อเทคโนโลยี ควรมีการจัดการเงื่อนไขดังกล่าวและจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้นักศึกษาเกิดการเปลี่ยนแปลงการปฏิบัติได้

2) ผู้สอนสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ของนักศึกษาครุวิทยาศาสตร์ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ที่มีเกมเป็นฐานได้ โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามปกติ ให้เหมาะสมกับสภาพของแต่ละชั้นเรียน และการพัฒนาเกมกระดาน ควรพัฒนาในเรื่องอื่นๆ บนฐานของวิชาวิทยาศาสตร์ให้มากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนสนุกกับการเรียนวิทยาศาสตร์ต่อไป

3) เพิ่มเติมการพัฒนานวัตกรรมในประเด็นอื่นๆ ที่นอกเหนือจากประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรและอาหารปลอดภัย เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตลอดชีวิตและมีความน่าสนใจเพิ่มมากยิ่งขึ้น

5.2.2 ข้อเสนอแนะเพื่อทำการวิจัยครั้งต่อไป

1) การวิจัยครั้งนี้เน้นการพัฒนารูปแบบการพัฒนาระบบการผลิตครูในการจัดการเรียนรู้เพื่อเสริมสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี โดยใช้ประเด็นทางวิทยาศาสตร์และสังคมเกษตรปลอดภัย ส่งเสริมสมรรถนะความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีของนักศึกษาครูวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้วิจัยเสนอแนะให้มีการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพแบบกรณีศึกษากับนักศึกษาที่ใช้ความรู้เนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยีในการจัดการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ได้อย่างน่าสนใจ เพื่อค้นหากระบวนการที่นำไปสู่การเป็นแกนนำครูต้นแบบของโรงเรียนต่อไป

2) ควรมีการศึกษาผลการใช้เกมกระดานในเรื่องอื่นๆ เช่น ไฟฟ้า แรงและการเคลื่อนที่ การเกิดปฏิกิริยาเคมี เป็นต้น หรือเรื่องที่เป็นนามธรรม ให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น ผ่านเกมกระดาน นอกจากนี้ สถานการณ์ของเกมกระดานควรเป็นสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และเป็นปัจจุบัน ทั้งนี้ เพื่อให้ผู้เรียนมีความสนใจ กระตือรือร้นในเหตุการณ์ที่ศึกษา

3) บุคลากรการนวัตกรรมในประเด็นอื่น ๆ เกี่ยวกับปัญหาท้องถิ่นที่น่าสนใจนำไปใช้รูปแบบการจัดการศึกษาเพื่อพัฒนาท้องถิ่นบนฐานของภูมิปัญญา

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). แผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2560 – 2579). กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา.
- ชนิศวรา เลิศอมรพงษ์ และพงษ์ประพันธ์ พงษ์โสภณ. (2554). สมรรถนะด้านการใช้ไอซีที การใช้งานไอซีทีเพื่อวัตถุประสงค์ส่วนตัวและวิชาชีพ และความท้าทายของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพสาขาวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์. การประชุมวิชาการสังคมศาสตร์ มนุษยศาสตร์และศึกษาศาสตร์ ประจำปี พ.ศ. 2554.
- ณัฏยา หนูนกเกตุ. (2559). ทักษะคนไทยในศตวรรษที่ 21 ความท้าทายในการพัฒนา. *วารสารเศรษฐกิจและสังคม*. 53(1) (มกราคม) : 5-12.
- ทวีศักดิ์ จินตานุรักษ์ และคณะ. (2554). รายงานการวิจัย เรื่อง มาตรฐานวิชาชีพครูการศึกษาขั้นพื้นฐานมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- ธนิภา วศินยานุวัฒน์ และคณะ. (2561). แนวโน้มปัจจุบันของการผลิตและพัฒนาครูวิทยาศาสตร์. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 12(2), 82-104.
- วรารัตน์ เสนาสิงห์. (2562). การสอนนิเทศแบบสร้างสรรค์ในศตวรรษที่ 21. สืบค้นเมื่อ 28 มีนาคม 2565, จาก <https://www.scimath.org/article-science/item/9607-21-9607>
- ศศิเทพ ปิติพรเทพิน. (2558). การจัดการเรียนรู้อัตโนมัติกับสังคมแห่งศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: บอัสส์การพิมพ์ จำกัด.
- ศักรินทร์ ชนประชา. (2557). ทฤษฎีการเรียนรู้ผู้ใหญ่ : สิ่งที่ครูสอนผู้ใหญ่ต้องเรียนรู้. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี*, 25(2), 14-23.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *มาตรฐานครูวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์คุรุสภา.
- สุระ วุฒิพรหม ขันติ เทิดธัญญา และกานต์ตระกูล วุฒิเสลา. (2560). Plickers: เครื่องมือประเมินเพื่อการเรียนรู้แบบเรียลไทม์สำหรับห้องเรียนที่มีข้อจำกัดเรื่องเทคโนโลยี. *วารสารหน่วยวิจัยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อมเพื่อการเรียนรู้*, 8(2), 429-435.
- สำนักงานการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. (2565). *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 พ.ศ. 2566-2570*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี
- Barnett, E., & Friedrichsen, P. J. (2015). Educative mentoring: How a mentor supported a preservice biology teacher's pedagogical content knowledge development. *Journal of Science Teacher Education*, 26(7), 647-668.
- Best JW. (1977). *Research in Education*. 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey:

Prentice Hall Inc.

- Brown, P., Friedrichsen, P., & Abell, S. (2013). The development of prospective secondary biology teachers PCK. *Journal of Science Teacher Education*, 24(1), 133-155.
- Bybee, R. W. (2014). NGSS and the next generation of science teachers. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 211-221.
- Cunningham, C. M., & Carlsen, W. S. (2014). Teaching engineering practices. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 197-210.
- Deslauriers, L., Schelew, E., & Wieman, C. (2011). Improved learning in a large-enrollment physics class. *science*, 332(6031), 862-864.
- Donovan, D. A., Borda, E. J., Hanley, D. M., & Landel, C. C. (2015). Participation in a multi-institutional curriculum development project changed science faculty knowledge and beliefs about teaching science. *Journal of Science Teacher Education*, 26(2), 193-216.
- Goldfarb, A., Pregibon, N., Shrem, J., & Zyko, E. (2011). Informational brief on social networking in education. *Emerging Teaching & Learning Technologies Initiative, New York Comprehensive Center*, Retrieved April, 26, 2013.
- Faikhanta, C., Ketsing, J., Tanak, A., & Chamrat, S. (2018). Science teacher education in Thailand: a challenging journey. *Asia-Pacific Science Education*, 4(1), 1-18.
- Knowles, M. S. (1980). *The Modern Practice of Adult Education: From Pedagogy to Andragogy: Revised and Updates: Adult Education*.
- Koehler, M., Shin, T. S., & Mishra, P. (2012). How do we measure TPACK? Let me count the ways. In *Educational technology, teacher knowledge, and classroom impact: A research handbook on frameworks and approaches* (pp. 16-31): IGI Global.
- Koehler, M., & Mishra, P. (2006). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60- 70.
- Kolb, A., & Kolb, D. (2011). Learning style inventory version 4.0. *Hay Resources Direct*, 116.
- Krajcik, J., Codere, S., Dahsah, C., Bayer, R., & Mun, K. (2014). Planning instruction to

meet the intent of the Next Generation Science Standards. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 157-175.

Leary, H., Severance, S., Penuel, W. R., Quigley, D., Sumner, T., & Devaul, H. (2016). Designing a deeply digital science curriculum: Supporting teacher learning and implementation with organizing technologies. *Journal of Science Teacher Education*, 27(1), 61-77.

Pruitt, S. L. (2014). The next generation science standards: The features and challenges. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 145-156.

Schlendrich and Sewry. (2012). Factors for Successful Use of Social Networking in Higher Education. *South African Computer Journal*, 44, 12-24.

ภาคผนวก ก

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

- | | |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1.ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปรมะ แก้วพวง | ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอน |
| 2.ผู้ช่วยศาสตราจารย์น้ำฝน เป้าทองคำ | ผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษา |
| 3.อาจารย์สมฤทัย เย็นใจ | ผู้เชี่ยวชาญด้านสถิติและคณิตศาสตร์ |

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล ดร. นันทวัน พัวพัน
Dr. Nuntawan Phuaphan
2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 1909900187636
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 061-154-2262
E-mail address: Nuntawan.phu@pcru.ac.th
6. ประวัติการศึกษา
การศึกษาดุซงญอบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยนเรศวร
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ศึกษา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
การสอนวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)
ความรู้ในเนื้อหาผนวกวิธีสอนและเทคโนโลยี (TPACK)
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ -
9. งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว
นันทวัน พัวพัน. 2557. ผลของการจัดการเรียนรู้ตามหลักไตรสิกขา ต่อการพัฒนาการคิดแบบอภิ
ปัญญา เรื่อง ระบบนิเวศและความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) 14 (1) : ม.ค. - มี.ค. 2557.
นันทวัน พัวพัน. 2559. การจัดการเรียนรู้ตามหลักโยนิโสมนสิการต่อการพัฒนาการสร้าง
แบบจำลองทางความคิด ในรายวิชาชีววิทยาเบื้องต้น. การประชุมวิชาการระดับชาติ
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ครั้งที่ 7 วันที่ 7-8 ก.ค. 2559. พระนครศรีอยุธยา,
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา.

- นันทวัน พัวพัน. 2560. การวิจัยและพัฒนาการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ตามหลักโยนิโสมนสิการ เพื่อเสริมสร้างทักษะการคิดและการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ด้านการสื่อสาร. วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา). 5(2): 13-24, 2560.
- ขจรศักดิ์ วังศิริ และ นันทวัน พัวพัน. 2561. การพัฒนาความเข้าใจและความคงทนของความรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้ ด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน (5 STEPs) เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. การประชุมวิชาการระดับชาติ “ครูศาสตร์ศึกษา ครั้งที่1 วันที่ 29 มีนาคม 2561. กำแพงเพชร, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- ธงชัย มาลาด และ นันทวัน พัวพัน. 2561. ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) ที่มีผลต่อความสามารถในการคิด แก้ปัญหาและความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ เรื่อง มนุษย์กับสิ่งแวดล้อม ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่3. การประชุมวิชาการระดับชาติ “ครูศาสตร์ศึกษา ครั้งที่1 วันที่ 29 มีนาคม 2561. กำแพงเพชร, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- พิมพ์พกา จันทรพุทธ, เพลิน แก้วสุข และ นันทวัน พัวพัน. 2561. การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์โดยใช้เทคนิค STAD เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. การประชุมวิชาการระดับชาติ “ครูศาสตร์ศึกษา ครั้งที่1 วันที่ 29 มีนาคม 2561. กำแพงเพชร, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- วันวิสา แก้วปิ่น และ นันทวัน พัวพัน. 2561. การส่งเสริมความสามารถในการคิดแก้ปัญหาทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง แรงและการเคลื่อนที่ตามแนวคิดสะเต็มศึกษา (STEM Education) สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. การประชุมวิชาการระดับชาติ “ครูศาสตร์ศึกษา ครั้งที่ 1 วันที่ 29 มีนาคม 2561. กำแพงเพชร, มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.
- นันทวัน พัวพัน. 2562. ผลของการใช้กิจกรรมจิตตปัญญาศึกษาต่อการพัฒนาการจัดการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์สำหรับนักศึกษาครู.วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา). 7(1): 102-111, 2562.
- สุภาพร แสงโสดา ชโลธร กิตติศักดิ์กุล และนันทวัน พัวพัน. 2562. ผลของการจัดการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมเป็นฐานต่อการพัฒนาความคงทนในการเรียนรู้เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงลมฟ้าอากาศ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่1. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ “ครูศาสตร์ศึกษา” ครั้งที่ 2 วันที่ 21 มีนาคม 2562. พิษณุโลก, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. หน้าที่ 188-201.

นันทวัน พัวพัน. 2564. ผลการใช้แบบแผนให้คำปรึกษาแนะนำเพื่อส่งเสริมสมรรถนะการสอนและ
การทำวิจัยในชั้นเรียนของนักศึกษาฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป.
วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ. 14(1): 45-59.

10. งานวิจัยที่กำลังทำ -

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวกตัญญา บุญสวน
Miss. Katiya Bunsuan
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1670200139412
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะครุศาสตร์
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 76000
E-mail gib.bonvoyage@gmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วท.บ. ชีววิทยา (คณะวิทยาศาสตร์)
มหาวิทยาลัยนเรศวร
กศ.ม. วิทยาศาสตร์ศึกษา (คณะศึกษาศาสตร์)
มหาวิทยาลัยนเรศวร
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
การวิจัยเชิงคุณภาพ
การสอนธรรมชาติวิทยาศาสตร์
การจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์โดยใช้เกม
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
-

1. ชื่อ-นามสกุล นางสาวนิตยา นาคอินทร์
Miss Nittaya Nak-in
2. หมายเลขบัตรประชาชน 1669800033133
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. หน่วยงานและสถานที่อยู่ติดต่อได้สะดวก
คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ต.สระเตี้ย อ.เมือง จ.เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717-145
E-mail : nittaya.nak@pcru.ac.th
5. ประวัติการศึกษา ระดับปริญญาโท ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
ระดับปริญญาตรี ศึกษาศาสตรบัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
ออกแบบสื่อนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา